TRAITÉ ENCYCLOPÉDIQUE

DE

PHOTOGRAPHIE

PAR

CHARLES FABRE

DOCTEUR ÈS SCIENCES

PROFESSEUR ADJOINT A L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

QUATRIÈME SUPPLÉMENT

D

PARIS

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-ÉDITEUR

55, QUAI DES AUGUSTINS, 55

—

1906

TRAITÉ ENCYCLOPÉDIQUE

DE PHOTOGRAPHIE

DROITS DE TRADUCTION RÉSERVÉS

TRAITÉ ENCYCLOPÉDIQUE

DE

PHOTOGRAPHIE

PAR

CHARLES FABRE

DOCTEUR ÈS SCIENCES

PROFESSEUR ADJOINT A L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

QUATRIÈME SUPPLÉMENT

D

PARIS

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-ÉDITEUR

55, QUAI DES AUGUSTINS, 55

—

1906

LIVRE PREMIER.

CHAPITRE PREMIER.

LES OBJECTIFS PHOTOGRAPHIQUES; PROPRIÉTÉS, QUALITÉS.

§ 1er. — Les Lentilles.

1761. Propriétés des lentilles. — On désigne sous le nom de *lentille* un corps transparent terminé par deux surfaces de révolution dont les axes coïncident; on utilise en photographie les lentilles à surfaces sphériques.

L'expérience montre que les rayons issus d'un point de l'objet et traversant une lentille ne viennent pas concourir rigoureusement en un même point; avec une lentille convergente (B, **1285**, **1301**), le foyer des rayons marginaux est plus près de la lentille que le foyer des rayons centraux. On corrige cette *aberration sphérique* en associant une lentille convergente avec une lentille divergente : on peut obtenir ainsi un objectif plus ou moins *aplanétique;* on peut par le même moyen corriger l'*aberration chromatique*, obtenir ainsi l'achromatisme pour deux couleurs, le jaune et le bleu, et construire des objectifs exempts de *foyer chimique*. Si l'objectif ainsi réalisé doit servir aux reproductions trichromes, il faut que les foyers de trois couleurs (rouge, jaune, bleu) coïncident; l'objectif est dit *apochromatique*.

La *distorsion* des lignes droites (reproduction en croissant ou en barillet) produite par une lentille achromatique se modifie par la position que l'on donne au diaphragme. On peut aussi réaliser cette correction en utilisant des systèmes optiques identiques et symétriquement placés par rapport au diaphragme. Les premiers aplanats

étaient construits sur ce principe : en diaphragmant l'aplanat, on atténuait la plupart des défauts de l'objectif, sauf l'*astigmatisme*. Un faisceau de rayons lumineux de direction inclinée sur l'axe principal de l'objectif donne une image qui se réduit à deux portions de droites perpendiculaires dans l'espace ; ces deux droites seront d'autant plus éloignées l'une de l'autre que l'axe secondaire sera plus oblique sur l'axe principal (B, **1293**). Ce dédoublement constitue l'*astigmatisme*. Chacune des droites étant dans un plan différent, il est impossible d'en obtenir une image les représentant avec la même netteté.

L'astigmatisme est à peu près complètement détruit en dehors de l'axe pour les objectifs de construction nouvelle. On désigne ces objectifs sous le nom d'*anastigmats* (A, **1065**). La question de l'astigmatisme est d'ailleurs liée à celle de la *courbure du champ*. On reconnaît l'astigmatisme d'une lentille en mettant au point l'image qu'elle forme d'un objet éloigné ; si cette mire est constituée par deux systèmes de lignes rectangulaires, on constatera que l'un des systèmes sera net, alors que l'autre sera complètement flou. L'emploi du diaphragme ne modifiera pas la netteté.

La correction de l'aberration sphérique suivant l'axe d'un système peut être réalisée avec une très grande perfection ; dans ce cas, l'emploi de très petits diaphragmes n'augmente pas sensiblement la netteté, contrairement à ce qui se passe dans les systèmes pour lesquels l'aberration n'est corrigée que d'une manière approchée. C'est qu'il est inexact de dire que l'image fournie d'un point lumineux par un système optique théoriquement parfait est un point ; en réalité, cette image est constituée par une tache circulaire entourée d'anneaux concentriques. La théorie de la diffraction permet de prévoir les résultats de l'expérience et aussi de démontrer que le diamètre de cette tache est d'autant plus petit que celui du système optique est plus grand. Le *foisonnement* (qui est l'inverse de la netteté) n'est pas seulement dû à l'aberration sphérique ; il est dû aussi à la diffraction. Si l'aberration sphérique est grande, on gagne à diaphragmer l'objectif ; si elle est bien corrigée, on ne gagne rien à diminuer l'ouverture ; on peut, au contraire, par l'emploi du diaphragme, augmenter le foisonnement.

Dans la pratique, on cherche à réaliser une correction moyenne de l'aberration sphérique de façon à obtenir une image homogène sur une surface de plan focal relativement grande. Les anciens objectifs à portraits donnent, suivant l'axe et à peu de distance de cet axe, une

image plus nette que celle fournie par la plupart des autres objectifs; ce n'est que par l'emploi des verres nouveaux et le plus souvent en rendant moins bonne la partie centrale du champ que l'on a pu rendre l'image homogène.

1762. Profondeur de champ. — La profondeur de champ est *théoriquement* une propriété des objectifs. Si l'image d'un point était un point, cette profondeur de champ (A, **1539**) dépendrait seulement de la distance focale et de l'ouverture utile considérée; mais les conditions que l'on suppose réalisées dans l'établissement de la formule donnant la valeur de cette profondeur de champ sont très rarement satisfaites simultanément. De telle sorte que, dans la pratique, on peut trouver deux objectifs de constructions différentes présentant même distance focale et même ouverture utile, mais possédant des profondeurs de champ très différentes; on peut le constater sur l'ancien objectif double à portraits et l'objectif simple à paysage ancienne forme. Il était admis par les vieux photographes que l'objectif simple avait plus de profondeur de champ que tout autre objectif; ils n'avaient pas tout à fait tort, car les formules donnant la valeur de la profondeur de champ ne peuvent servir qu'à titre d'indication pour la comparaison d'objectifs de construction analogue.

L'établissement des formules exprimant la profondeur du champ suppose implicitement que l'objectif n'admet que les rayons provenant de points situés sur l'axe principal ou très rapprochés de cet axe, et que les faisceaux considérés sont rigoureusement corrigés de toute aberration. Il y a lieu de remarquer que dans l'examen d'une épreuve on compare entre elles les nettetés d'images de points situés aussi bien sur l'axe que hors de l'axe; il faut donc tenir compte de la forme de la surface focale et de la plus ou moins grande perfection des corrections dans les faisceaux obliques. D'ailleurs, la suppression de toute aberration dans les faisceaux de rayons centraux est quelquefois réalisée, mais c'est l'exception, surtout s'il s'agit d'objectifs à travaillant à grande ouverture.

On suppose aussi que le diaphragme coupe l'axe au centre optique de l'objectif. Si cette condition est réalisée pour les objectifs symétriques, elle ne l'est nullement pour les objectifs simples, pour la plupart des trousses, pour les téléobjectifs, etc., en un mot, toutes les fois que l'ouverture utile d'un diaphragme déterminé varie avec l'éloignement du modèle; dans ces cas, la formule qui sup-

pose une valeur constante à cette ouverture n'est plus applicable.

Enfin, on admet que la profondeur de champ peut être déduite de la mesure en valeur absolue des cercles de diffusion formés par l'étalement des images de chaque point. On admet le plus souvent que le diamètre du cercle de diffusion toléré est de $0^{mm}1$; or la netteté ne dépend pas seulement de l'objectif, mais encore de la surface sensible, de la durée du temps de pose, etc. Si on considère comme idéal de netteté la région la plus nette obtenue sur une image, on peut arriver à des limites très variables pour ce que l'on considérera comme le maximum de flou toléré. Si l'on emploie une émulsion sensible à gros grain, la profondeur de champ absolue paraît diminuée, tandis que la profondeur de champ relative est augmentée parce que les différences de netteté vers les diverses régions de l'image sont atténuées.

Quand un faisceau lumineux est entaché d'aberration de sphéricité et concentre la lumière non plus en un point, mais sur une surface caustique, les variations de l'ouverture du diaphragme influent sur la longueur de cette caustique, mais non sur son diamètre; la profondeur de champ devient à peu près indépendante de l'ouverture, les seules parties externes de la caustique sur laquelle se manifeste l'influence du diaphragme ne concourant pas à la formation de l'image par suite de leur trop faible éclairement. C'est pour ce motif qu'un objectif imparfaitement corrigé de l'aberration sphérique paraît posséder plus de profondeur de champ que n'en possède un objectif parfait.

Supposons le premier entaché d'aberration positive : un faisceau limité par une caustique se rétrécissant plus vite que celui limité par un cône, la profondeur de champ diminue moins vite avec l'objectif incorrect qu'avec l'objectif parfait. Si l'on considère les objets situés en avant du plan de netteté maxima, cette différence entre les deux objectifs s'accroît en même temps que l'on augmente l'ouverture. A partir d'une certaine ouverture, la caustique venant rencontrer la surface sensible donne un cercle de diffusion pratiquement constant; la limite inférieure de la profondeur de champ est donc à peu près invariable si l'on apprécie la netteté en valeur absolue. Avec l'objectif parfait, au contraire, tout accroissement de l'ouverture augmente le diamètre des cercles de diffusion et diminue par conséquent la profondeur de champ[1].

1. *British Journal of Photography*, 31 et 28 août 1903; Clerc, *L'Année photographique*, 1904.

1763. Définition angulaire de l'image. — Les propriétés et qualités des divers objectifs devraient être comparés à dimensions égales de l'image, tandis qu'on calcule la profondeur de foyer et la profondeur de champ en se basant sur une netteté de 1/10 de millimètre quelles que soient les dimensions des images : c'est donc un avantage pour les objectifs dont la distance focale est courte, inférieure à 12 centimètres par exemple. De tels objectifs servent le plus souvent à donner des images destinées à être agrandies, ou bien on examine ces images avec un système optique amplifiant.

On obtient des conditions comparables dans l'emploi des divers objectifs en prenant pour base une limite de définition angulaire de l'image. Comme le conseille M. J. Trovert [1], on prendra pour limite de définition angulaire de l'image photographique celle de l'image rétinienne, soit la minute d'arc, ou très sensiblement la fraction 1/3000.

Si l'on prend alors comme unité la longueur focale de l'objectif, la profondeur de foyer et la profondeur de champ peuvent être exprimées par des formules générales indépendantes de la longueur focale. Soit D la distance de l'objet dont la mise au point est rigoureuse, $\frac{1}{n}$ l'ouverture utile de l'objectif, $\pm\varphi$ la profondeur de foyer et soit $D \pm \delta$ les limites correspondantes de la profondeur du champ : on a très sensiblement

$$\pm\varphi = \pm\frac{n}{3000}\left(\frac{D}{D-1}\right) \qquad D \pm \delta = \frac{(D-1)^2}{D\left(\pm\frac{n\,D}{3000} - 1\right)}$$

La distance hyperfocale est la limite vers laquelle tend $D-\delta$ quand D croît indéfiniment ; elle devient donc égale à $\frac{3000}{n}$ en prenant la longueur focale comme unité. La distance hyperfocale pour un objectif dont la longueur focale f est exprimée en mètres sera donc

$$\frac{3000\,f}{n}.$$

Quand la longueur focale de l'objectif ne dépasse pas 120 millimètres, la définition angulaire proposée par M. Trovert suppose que l'on

1. *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris.*

utilisera des diaphragmes relativement grands. On peut constater, en effet, que pour obtenir la séparation de deux points sous-tendant une minute d'arc, il faut que l'ouverture de l'objectif soit supérieure à 2 millimètres de diamètre. Ceci tient aux phénomènes de diffraction qui interviennent dans ce cas, phénomènes dont l'optique géométrique ne tient nul compte : elle enseigne, en effet, que l'image d'un point est un point, ce qui est inexact. On peut le démontrer aisément en mettant au point, avec un très grand diaphragme, une gravure comprenant des tailles très rapprochées. Pour une reproduction à échelle suffisamment réduite, on ne percevra plus les tailles sur le verre dépoli ; mais si à toute ouverture on les aperçoit encore, si l'on parvient à *séparer* les traits rapprochés, il suffira de diaphragmer l'objectif pour constater qu'avec l'ouverture $f/25$ ou $f/30$ on ne sépare plus les divers traits : la diminution du diaphragme n'augmente donc pas toujours la finesse de l'image, quelle que soit, d'ailleurs, la nature de la couche sensible utilisée.

La nature de cette couche sensible, le grain qu'elle présente est de dimension variable. L'expérience montre qu'avec les plaques rapides au gélatino-bromure on obtient difficilement des images linéaires dont l'épaisseur soit inférieure à 1/40 de millimètre : c'est une limite qu'on ne dépasse guère. Il en résulte que la définition angulaire de la minute d'arc ne peut être donnée que par les objectifs dont la longueur focale atteint au moins $\frac{3000}{40} = 75$ millimètres ; par conséquent, dans la pratique, les objectifs de très courte longueur focale ne peuvent pas reproduire tout ce que l'on voit[1].

1764. Transparence des objectifs; clarté. — Il arrive fréquemment que, dans des conditions identiques, des objectifs de types différents donnent des images inégalement éclairées. Pour avoir le véritable coefficient de clarté d'un objectif, il faudrait multiplier la valeur ordinairement admise par le *coefficient* de transmission, rapport de la lumière transmise à la lumière incidente.

M. H. Cousin[2] a publié un important mémoire sur les pertes dues aux réflexions sur les surfaces libres des lentilles composant l'objectif photographique.

1. L.-P. Clerc, *L'année photographique*, 6e année, p. 11. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 103.

Pour les faisceaux lumineux voisins de l'axe et rencontrant presque normalement les faces des lentilles, le calcul de la perte de lumière par réflexion sur une surface séparant deux milieux d'indices respectifs m et n donne pour intensité du faisceau réfléchi

$$\left(\frac{m-n}{m+n}\right)^2,$$

en prenant pour unité l'intensité du faisceau incident. Comme les indices de réfraction des différents verres utilisés et du baume de Canada sont compris entre 1,5 et 1,7, la perte de lumière à la traversée d'une face collée commune à deux lentilles ne dépasse jamais 8/1000e de la lumière incidente et n'atteint même que rarement cette limite. La perte due aux réflexions provenant de ce que la lentille traverse une surface de lentille en contact avec l'air est en moyenne de 5 pour 100. La perte due aux réflexions sur les deux faces extrêmes de chaque élément de l'objectif est donc d'environ 1/10e du faisceau incident. La perte totale résultant des réflexions successives diminue de façon appréciable l'avantage dû à l'accroissement de l'ouverture utile que l'on réalise dans les objectifs. Pour M. Cousin, un objectif à quatre lentilles isolées par des lames d'air ne laisse passer que 65 pour 100 de la lumière incidente; de plus, cette lumière réfléchie n'est pas annulée comme la lumière absorbée; la plaque reçoit, outre l'image nette principale, un nombre d'images floues réfléchies au moins égal au nombre des surfaces réfléchissantes. Ces images, beaucoup moins éclairées que l'image principale, peuvent prendre une importance considérable lorsque l'objet photographié présente des points très éclairés. C'est dans certains travaux de photographie trichrome, travaux pour lesquels la pureté absolue des images est de rigueur, que peuvent se manifester les inconvénients résultant de ces images multiples.

La *clarté* de l'image peut diminuer encore par suite de l'*absorption* par le verre, absorption qui ne peut être déterminée que par l'expérience, car les formules qui lient l'absorption à l'épaisseur traversée s'appliquent seulement aux lumières monochromatiques et non à une lumière complexe comme la lumière blanche.

Deux objectifs formés, l'un de deux éléments d'une épaisseur totale de 15 millimètres sur l'axe et de 110 millimètres de foyer, l'autre formé de quatre éléments séparés par de l'air et d'une épaisseur totale

de 48 millimètres sur l'axe pour un foyer de 208 millimètres ont donné les pertes suivantes :

	Plaque ordinaire.	Plaque orthochromatique.
Objectif 110 millimètres.....	39 °/₀	33 °/₀
Objectif 208 millimètres.....	62 °/₀	50 °/₀

Les radiations jaunes et vertes, plus actives sur plaques orthochromatiques, sont moins absorbées que ne le sont les radiations plus actiniques sur plaques ordinaires.

M. Martin, de Rathenow[1], divise les objectifs en quatre catégories principales :

1° Objectifs du type dit *simple* (verres collées, deux faces au contact de l'air);

2° Objectifs *doubles* (aplanats, protars, doubles anastigmats, orthostigmats, etc.), avec quatre surfaces au contact de l'air;

3° Objectifs *triples* (à portraits de Petzval, triplet Dallmeyer, Tessar, etc.), avec six surfaces au contact de l'air;

4° Objectifs *quadruples* (Planar, Aristostigmat, Unar, Summar, anastigmats de Busch, homocentriques de Ross, etc.), avec huit surfaces au contact de l'air.

Le tableau suivant indique les pertes théoriques dues à la lumière réfléchie :

	Perte par réflexion.	Lumière transmise.
Objectifs simples.....	9,8	90,2
— doubles.....	18,7	81,3
— triples.....	26,7	73,3
— quadruples.....	33,9	66,1

Il faut encore tenir compte de la perte par absorption, et c'est ici que l'épaisseur des lentilles joue un rôle considérable, souvent prépondérant.

M. A. Plüger[2] a montré que pour la lumière de longueur d'onde $\lambda = 415\ \mu$, une épaisseur de 1 centimètre de crown-glass absorbe 1,8 pour 100, pour le crown à la baryte, environ 5,2 pour 100, tandis qu'elle n'est que de 2,5 à 2,7 pour 100 s'il s'agit de *crown léger* à la baryte. Ces mesures ont été faites à l'aide du thermo-multiplicateur

1. Eder, *Jahrbuch für Photographie und Reproductionstechnik*, 1904, p. 46. — 2. *Zeitschrift für. Wissent. Phot.*, 1904, p. 141.

par une méthode décrite et utilisée depuis longtemps par M. Bouasse. On conçoit que la diminution d'épaisseur puisse compenser, souvent dans une très large mesure, les réflexions dues à des surfaces multiples; c'est ainsi que des mesures effectuées sur deux objectifs, l'un le double anastigmat *f*/7,7 de Gœrz, l'autre, le double anastigmat de Busch, *f*/7,7, ont donné :

	Lumière transmise.	Perte par réflexion.	Perte par absorption.
Gœrz.....	67,4 %	18,5 %	14,1 %
Busch.....	62,8 »	32,5 »	4,7 »

La différence, comme on le voit, n'est pas trop considérable et l'on comprend tout l'intérêt qu'il y a à diminuer les épaisseurs des verres employés dans les systèmes optiques. On ne peut réaliser cette diminution pour les lentilles de très grand diamètre et l'absorption peut alors devenir très forte [1].

1765. Achromatisme et apochromatisme. — L'emploi des objectifs apochromatiques permet d'obtenir des résultats supérieurs à ceux que fournit l'utilisation des objectifs achromatiques, surtout pour la photographie en couleurs. M. Hoffmann [2] a montré que l'emploi des écrans colorés et celui des plaques orthochromatiques peut amener d'assez fortes perturbations dans la netteté de l'image, surtout en dehors de l'axe. Dans ce but, il a utilisé trois écrans : le bleu, préparé avec le bleu de toluïdine, laissant passer les radiations comprises entre 0,390 et 0,510 μ et ayant son maximum optique entre 0,450 et 0,470 μ; l'écran vert, préparé avec le vert acide, mélangé de vert de naphtol et d'auramine, transmettant les radiations comprises entre 0,470 et 0,580 μ et ayant son maximum optique entre 0,520 et 0,540 μ; enfin, l'écran rouge préparé avec le rouge de toluène et la tartrazine, laissant passer les radiations comprises entre 0,585 et 0,690 μ, le maximum optique étant entre 0,610 et 0,630 μ. Tous ces écrans colorés étaient constitués par des solutions liquides contenues dans des cuvettes à faces rigoureusement parallèles. L'expérience consistait à photographier, *sur la même glace*, une règle finement divisée, et à mesurer au comparateur les différences de dimension à 10, 20, 30 centimètres du centre du champ en prenant

1. *Die Phot. Industrie*, 1905, p. 33. — 2. Eder, *Jahrbuch für Photographie und Reproductionstechnik*, 1905, p. 230.

comme unité la grandeur de l'image obtenue avec l'écran bleu. Il a obtenu les résultats suivants en comparant un Tessar apochromatique d'ouverture 1 : 10 et de 46 centimètres de foyer et un anastigmat achromatique 1 : 8 de 44 centimètres de foyer.

Tessar	Distance au centre .	10	20	30	cm.
	Ecran bleu.....	100	200	300	mm.
	— rouge.....	—0,02	—0,03	—0,04	
	— vert.....	—0,005	—0,015	—0,02	
Anastigmat.	Ecran bleu.....	100	200	300	mm.
	— rouge.....	—0,06	—0,14	—0,22	mm.
	— vert.....	—0,04	—0,1	—0,15	mm.

Les résultats de ces expériences montrent que dans la pratique de la photographie trichrome, l'emploi d'objectifs apochromatiques très bien corrigés, tels que le tessar apochromatique ou les instruments similaires, est indispensable pour l'obtention d'images ayant rigoureusement la même grandeur, ce qui est de toute nécessité pour le repérage des couleurs.

1766. Objectifs à diffusion de foyer; anachromatisme. — Un objectif qui serait théoriquement parfait, c'est-à-dire dépourvu de toute aberration, donnerait une image d'une sécheresse extrême. Les anciens objectifs à portraits, bien corrigés suivant l'axe, fournissaient des images dont le centre, très net, contrastait par trop avec les bords ; de là l'invention des objectifs à *diffusion de foyer* que l'on appelait aussi objectifs *égaliseurs*[1]. Dallmeyer est le premier qui ait construit des objectifs de ce genre d'un usage vraiment pratique; mais ces instruments sont d'un prix élevé et leur maniement est un peu délicat. On a alors songé à utiliser l'objectif téléphotographique (B, **1341**) pour la production des portraits, et on a construit un objectif de cette nature en utilisant de simples lentilles non achromatisées (B, **1346**); les résultats obtenus étaient supérieurs à ceux fournis par l'emploi de verres simples, verres de bésicles dont l'utilisation nécessitait l'emploi de petits diaphragmes.

MM. de Pulligny et Puyo[2] ont montré tout le parti que l'on pouvait

1. Voyez tome I, p. 99. — 2. L. de Pulligny et C. Puyo, *Objectifs d'artistes*.

tirer d'objectifs possédant diverses aberrations en utilisant en particulier l'aberration chromatique. Si avant la pose on déplace systématiquement la surface sensible pour l'amener au foyer des rayons violets, l'image, floue pour l'œil, le sera moins pour la plaque sensible ; les contours de l'image présenteront un *foisonnement* plus ou moins grand qui noiera les détails inutiles. On obtiendra, sur les contours qui avec l'objectif théoriquement parfait seraient nets, une zone dégradée, appelée par M. de Pulligny *frange chromatique*, donnant à l'image un charme particulier. Nous verrons comment il est possible d'atteindre ce résultat à l'aide des objectifs dits *anachromatiques* constitués par des lentilles simples dont le prix est peu élevé.

§ 2. — Essai optique des objectifs.

1767. Méthode de M. Clay. — Cette méthode (C. **1519**) permet d'obtenir très facilement une valeur assez approchée des constantes d'un objectif, et cela à l'aide d'un matériel très simple que peut

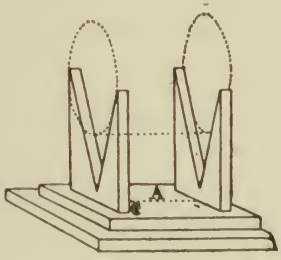

Fig. 1.

établir l'opérateur. L'objectif est placé sur un support ou table tournante (*fig. 1*). La planche supérieure portant les V sur lesquels on pose l'objectif à essayer tourne sur la planche inférieure autour d'un pivot A qui peut être inséré dans l'un quelconque des trous C. L'axe vertical est constitué par une pointe fichée dans les deux planches. La série de trous C est faite dans la ligne médiane des planches. Les deux V sont réglables horizontalement et verticalement (*fig. 2*). Les V sont montés sur un chariot qui glisse sur deux prismes d'acier formant glissière ; cette glissière peut tourner sur un axe vertical.

Lorsque l'image d'un objet se forme au foyer principal d'un objectif, on peut faire tourner cet objectif autour de son point nodal n_2 sans

que l'image soit affectée par ce mouvement de rotation (*fig. 3 et 4*) : la distance de n_2 (qui se confond alors avec C) à l'écran est précisément la longueur focale de l'objectif; réciproquement la lumière partant de ce point et traversant l'objectif dans la direction opposée émergera de l'objectif en rayons parallèles. Si on fait tomber ce groupe de rayons parallèles sur un miroir plan M, disposé perpendiculairement à l'axe n_2M de l'objectif, ces rayons, après réflexion, traver-

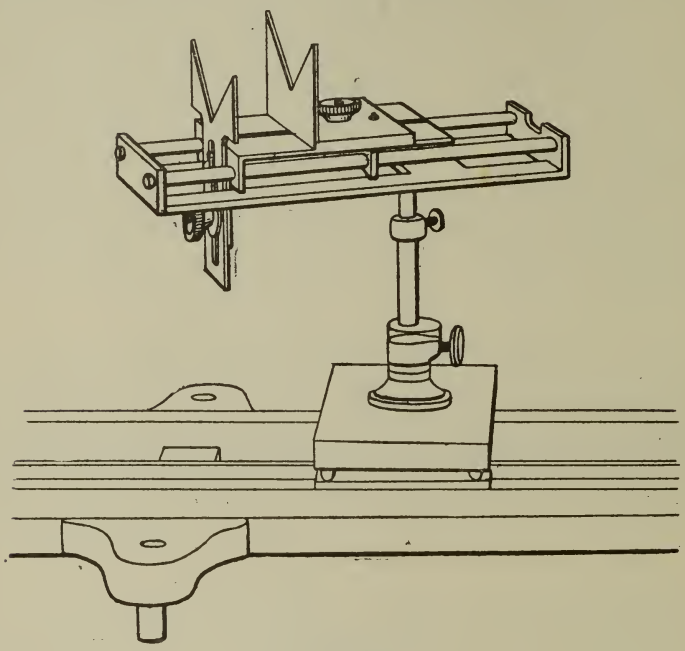

Fig. 2.

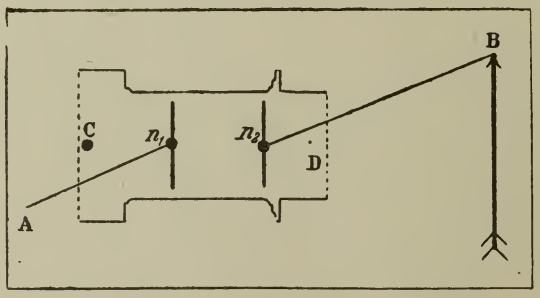

Fig. 3.

seront une seconde fois l'objectif (*fig. 5*) et viendront converger de nouveau en F_2.

Pour mesurer la distance focale de l'objectif, on dispose en F_2 une

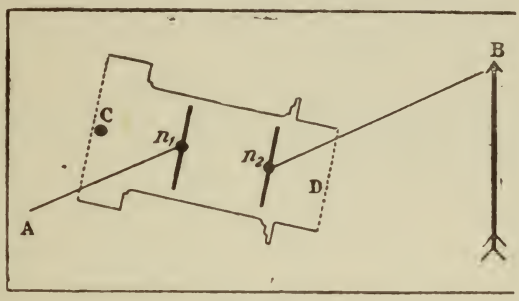

Fig. 4.

petite ouverture garnie de fils métalliques croisés. La lumière, après son passage à travers l'objectif, est réfléchie en arrière par le miroir. Si l'on incline légèrement le miroir, l'image est rejetée à côté du trou

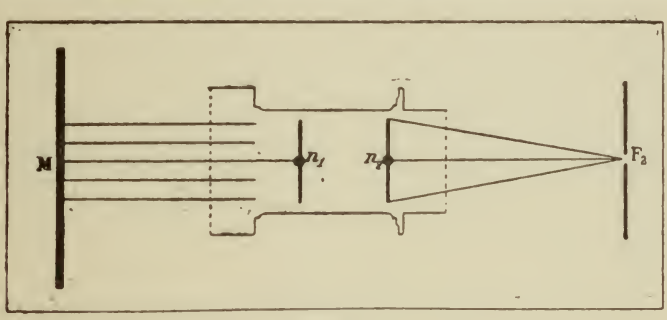

Fig. 5.

et peut ainsi être observée : elle tombe en F_2 si les rayons sortent parallèlement à l'axe de l'objectif ; au contraire, ils seront divergents si l'ouverture est transportée en s_1 (*fig. 6*), et leur mise au point, après réflexion par le miroir, se fera en s_2 (*fig. 7*) derrière F_2. Si l'objectif est disposé de façon à tourner autour de son point nodal n_2 et que l'on mesure la distance du pivot à l'écran F_2, cette distance F_2, n_2 mesurera la distance focale principale.

Ce même appareil peut être employé pour mesurer l'*aberration de sphéricité*. L'effet de cette aberration sur les rayons marginaux qui frappent l'objectif est de les faire converger à une distance plus courte

que celle des rayons voisins de l'axe. On fait la mise au point de la mire placée en F_2, l'objectif étant muni d'un petit diaphragme; puis on enlève le diaphragme, et un disque de carton noir, de diamètre

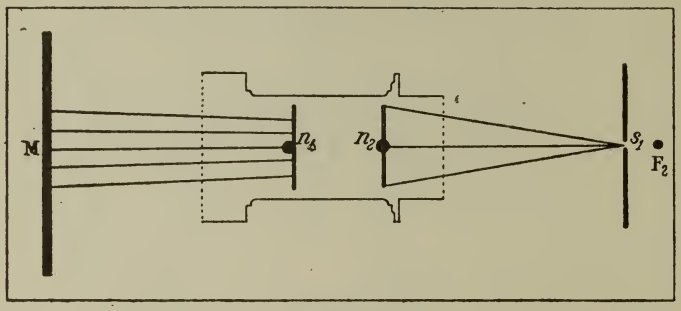

Fig. 6.

plus petit que le diamètre de la lentille située du côté du miroir, est placé sur ce miroir de façon à ne laisser repasser par l'objectif que les rayons marginaux; on fait alors une nouvelle mise au point sur

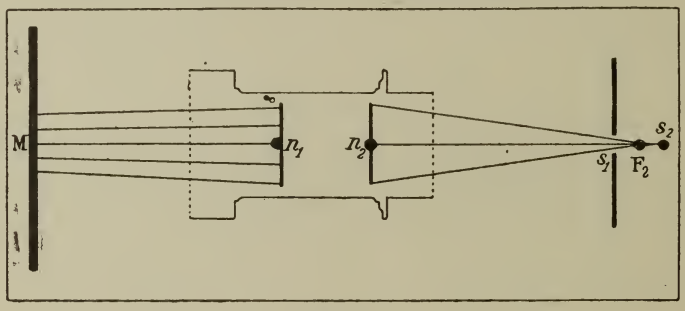

Fig. 7.

l'écran placé en F_2. La différence entre les deux positions de l'écran est mesurée : elle permettra de connaître l'aberration de sphéricité de l'objectif à toute ouverture.

L'aberration sphérique variant avec le carré de l'ouverture et avec la distance focale, le coefficient d'aplanétisme d'un objectif diaphragmé à $\frac{f}{n}$ pourra être défini par

$$A = \frac{sn^2}{f},$$

formule dans laquelle s est la différence des longueurs focales des

rayons marginaux et des rayons centraux, n est la valeur numérique de l'ouverture, f la distance focale.

L'astigmatisme varie comme le carré de l'obliquité par rapport à l'axe de l'objectif; il varie directement avec la longueur focale. Pour mesurer l'astigmatisme, une mince lame de zinc portant une fente horizontale et une fente verticale est placée en F_2; on fait tourner l'objectif d'un certain angle, de façon que son axe nouveau prolongé rencontre l'écran en P (*fig. 8*) à une certaine distance r du point

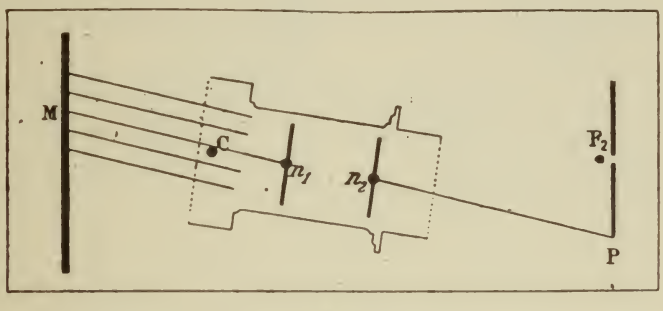

Fig. 8.

d'intersection des fentes qui doit se trouver sur le prolongement de l'axe de l'objectif, on met au point la fente verticale et on note la position de l'écran; puis, avançant ou reculant l'écran, on met au point la fente horizontale. La distance t entre ces deux positions de l'écran permet de mesurer la valeur de l'astigmatisme pour l'obliquité considérée. Le coefficient d'astigmatisme T sera

$$T = f \frac{t}{r^2};$$

r est le rayon du cercle couvert par l'objectif dont on veut le coefficient d'astigmatisme sur les bords de cette surface. On suppose que le pivot C se confond avec le point n_2 (*fig. 9*).

La courbure du champ est souvent considérable. C'est surtout dans les travaux de reproduction de cartes, plans, etc., que le champ doit être plan. On peut le déterminer avec l'appareil de M. Clay, en donnant aux fils croisés une certaine inclinaison sur l'horizon. On met au point la croisée des fils et on fait tourner le miroir de façon à rejeter l'image à une certaine distance r du centre : l'image n'est plus au

point ; il faut déplacer l'écran d'une certaine quantité k ; le coefficient de courbure K sera

$$K = \frac{fk}{\gamma^2}.$$

Le coefficient chromatique se détermine en utilisant les écrans colorés, solides ou liquides, que l'on place derrière l'objectif. En mettant au point sur un objet éloigné après interposition de ces

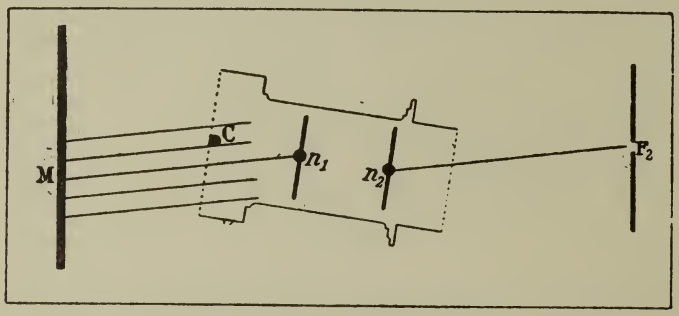

Fig. 9.

écrans, on trouve une différence e pour les longueurs focales qui correspondent aux deux couleurs. Le coefficient chromatique C sera

$$C = \frac{f}{e}.$$

1768. Appareil de M. Conrad Beck. — Les déterminations des constantes d'un objectif peuvent être faites avec une très grande précision en utilisant un banc optique établi pour essayer les objectifs par M. Beck. Cet appareil est utilisé à l'école municipale technologique de Manchester[1] ; il permet d'utiliser presque toutes les méthodes d'essai connues. L'objectif à essayer E (*fig. 10*) forme une image aérienne que l'on examine et que l'on étudie à l'aide d'un microscope K. Ce microscope peut explorer les diverses parties de l'image aérienne, car il peut se mouvoir sur une règle A perpendiculairement au banc optique qui mesure environ 1m30 de

1. *The Journal of the Camera Club*, 1903, p. 4; C. Beck et H. Andrews, *Photographic lenses*, 5e édition.

long. La longueur de la règle A est d'environ 60 centimètres. Une plaque J portant des divisions plus ou moins fines, un disque T muni d'ouvertures de dimensions diverses faisant fonction d'étoiles artificielles, de petites mires W permettent de mesurer le foisonnement de l'image, le diamètre des cercles de diffraction, etc. Les

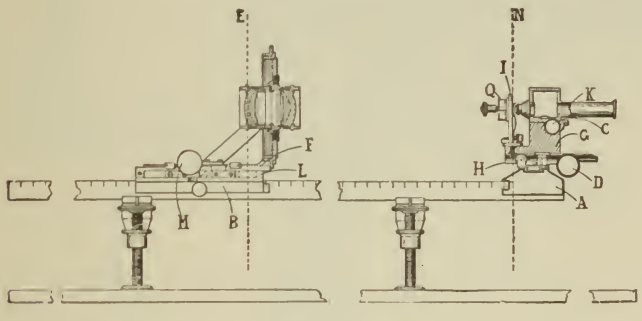

Fig. 10.

diverses portions de l'objectif peuvent être étudiées à l'aide de diaphragmes annulaires P', fixés à un support P.

A l'aide de cet appareil on peut effectuer tous les essais optiques : une chambre noire U s'adapte au banc pour les essais photographiques. On peut, d'ailleurs, placer sur le tube K du microscope une petite chambre noire V; une série d'oculaires X, un petit téléobjectif Y, un oculaire spectroscopique Z et quelques autres accessoires complètent cet appareil (*fig. 11*).

1769. Appareil de Hartmann. — MM. O. Tœpfer, de Postdam, ont construit un banc optique pour l'essai des objectifs. L'appareil consiste essentiellement en une règle graduée LC (*fig. 12*), en un support D sur lequel se place l'objectif à essayer et en un support auquel est fixée une lunette F dont l'objectif, de 75 millimètres de diamètre, a un foyer de 90 centimètres. La mise au point de la lunette se fait par le bouton à crémaillère T. Le support D peut glisser sur la règle et se rapprocher plus ou moins de l'objectif de la lunette. Un support Q permet de placer une lampe qui éclaire les mires que l'on peut disposer en E et qui, le plus souvent, consistent en une petite ouverture éclairée par la flamme monochromatique du sodium ou encore par un réseau. L'oculaire de la lunette est muni d'un dispositif permettant d'effectuer des mesures micrométriques. Le cercle gradué

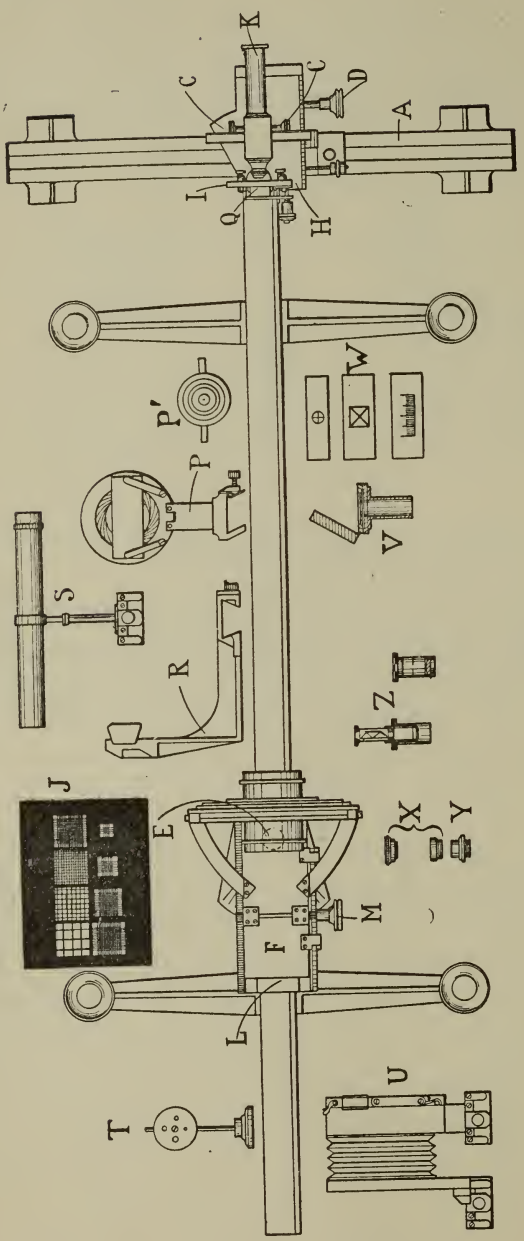

Fig. 11.

L, support d'objectif à crémaillère M. — E, centre de rotation du support. — A, règle sur laquelle se meut le microscope K. — H, support du microscope. — C et D, pignons à crémaillère permettant d'avancer ou de reculer le support H et le microscope. — I, support du verre dépoli. — Q, support des réseaux pour essais. — R, support à quadrillé pour étudier la distorsion. — P, platine à diaphragme iris et à plaques d'essais. — P', séries de diaphragmes. — S, petit collimateur. — T, disque percé d'ouvertures pour étoiles artificielles. — J, plaques d'essai gravées. — V, petite chambre noire se fixant à l'oculaire du microscope. — U, Chambre noire à soufflet se plaçant sur le banc. — W, mires se plaçant sur les supports I ou P. — X, oculaire de faible grossissement se plaçant sur le microscope. — Y, télé-objectif. — Z, oculaire spectroscopique.

AB (*fig. 13*) donne la mesure de l'obliquité des rayons qui traversent l'objectif et permet les observations jusqu'à 60° de l'axe.

Ce dispositif peut servir à effectuer la détermination des constantes

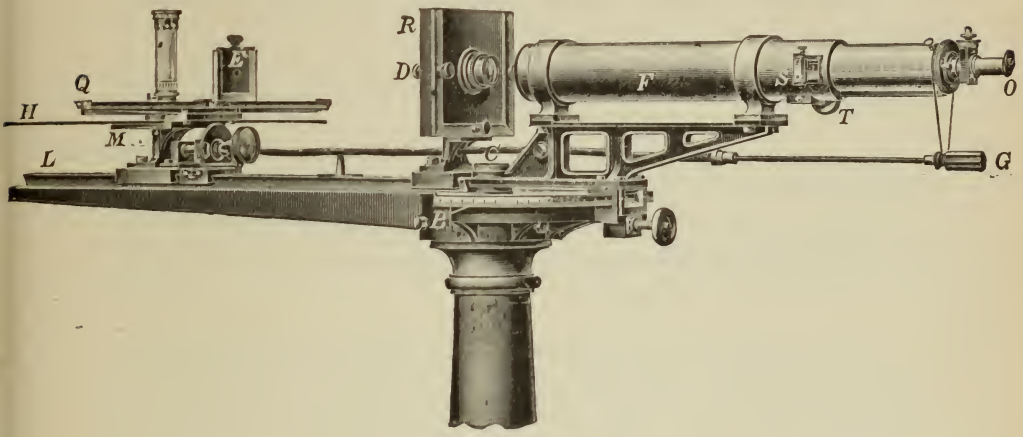

Fig. 12.

d'un objectif par la plupart des procédés connus. M. Hartmann emploie surtout la méthode des mesures extra-focales[1] qui donne d'excellents résultats pour l'essai des objectifs astronomiques. La

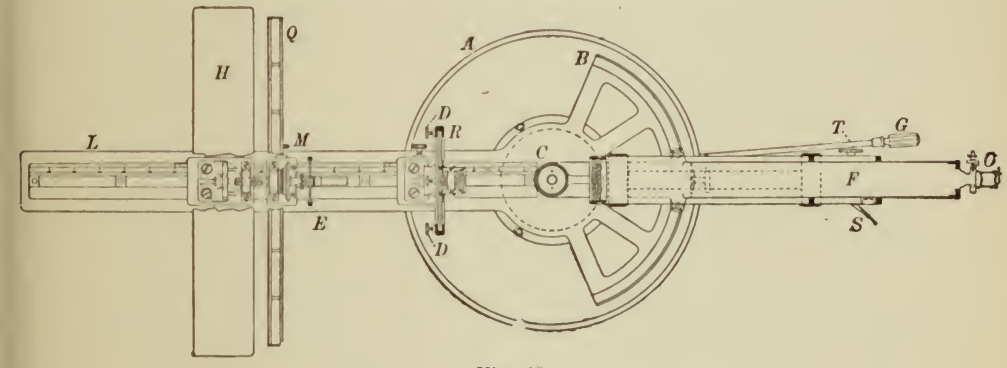

Fig. 13.

mesure de la distance focale peut se faire aisément par le procédé suivant : on place dans le support M un diaphragme de 2 millimètres de diamètre mesuré très exactement par procédés micrométriques,

1. *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, 1900, p. 51.

on met au point et on mesure la dimension de l'image à l'aide de la vis micrométrique. Soit f le foyer de l'objectit soumis à l'essai, soit F le foyer de l'objectif de la lunette, b le diamètre du diaphragme dont l'objectif à essayer forme l'image, B le diamètre de l'image, on a :

$$f = \frac{F\,b}{B}.$$

La mesure de l'achromatisme se fait en éclairant le diaphragme à l'aide de diverses sources de lumière. On vaporise dans la source employée certains sels métalliques donnant des raies caractéristiques qui permettent d'effectuer les mesures pour des radiations de longueur d'onde bien déterminées.

La mesure de la distance focale des lentilles par l'emploi de focomètres présente une certaine difficulté pour la mise au point. Pour se mettre à l'abri de cette cause d'erreur, M. Ch. Féry ramène la détermination de la longueur focale d'une lentille à la mesure d'un angle et d'une longueur. Si l'on imagine un rayon lumineux passant par le centre optique d'une lentille et si l'on déplace ce dernier d'une quantité quelconque d, le rayon qui passait par le centre optique reçoit un déplacement angulaire α du prisme lenticulaire qu'il rencontre; le point de rencontre de ce rayon avec l'axe principal de la lentille sera le foyer principal f, de telle sorte que l'on a :

$$\frac{d}{f} = \text{tang } \alpha$$

et, par suite :

$$f = \frac{d}{\text{tang } \alpha}.$$

Il faut donc pouvoir déplacer d'une quantité connue très exactement et parallèlement à elle-même la lentille à mesurer disposée entre un collimateur et une lunette. Le collimateur doit fournir un faisceau assez étroit pour n'intéresser qu'une petite portion de la surface de la lentille; la lunette doit, comme pour toutes les mesures goniométriques, être réglée à l'infini. Le collimateur doit être muni d'un tirage très étendu pour que l'ensemble de sa propre lentille et de celle en étude puisse fournir des rayons parallèles. L'axe principal de la lentille à essayer et l'axe du collimateur doivent rester parallèles pendant les mesures; ils doivent se trouver dans un même plan horizontal parallèle au limbe.

Le déplacement de la lentille se mesure à l'aide d'une vis micrométrique. La mesure de l'angle α dont a tourné le rayon permet d'obtenir le foyer absolu dans le voisinage du centre de la lentille et pour un diaphragme ayant pour diamètre le double du déplacement supposé mesuré à partir du centre optique. En produisant de nouveaux déplacements, les angles qui

leur correspondent fournissent les foyers relatifs à des ouvertures de plus en plus grandes, ce qui permet de construire la courbe qui représente l'aberration longitudinale en fonction de l'ouverture. On obtient l'aberration latérale par la formule

$$\lambda = \Sigma \frac{d}{f}$$

dans laquelle Σ est l'aberration longitudinale ($f_o - f_m$) qui correspond à une ouverture $2d$ et f le foyer principal.

En répétant ces mesures en lumière monochromatique sodée et avec d'autres radiations on pourra calculer l'aberration chromatique, qui est liée à la dispersion du verre.

En examinant la lentille suivant plusieurs diamètres, on peut mettre en évidence des irrégularités dans le travail ou un défaut d'homogénéité du verre[1].

1770. Détermination de l'ouverture utile d'un objectif. — La luminosité relative des diaphragmes ou bien l'ouverture utile d'un objectif peut être déterminée par le procédé indiqué par le Dr Drysdale[2]. L'ouverture utile d'un diaphragme est définie par l'angle du cône suivant lequel les rayons lumineux convergent sur la plaque. Le rapport du diamètre de la section droite de ce cône à sa distance au sommet est toujours le même, quelle que soit cette distance. Il est égal au rapport du diamètre de l'ouverture utile à la distance focale ; on peut le déterminer en mettant exactement au point sur le verre dépoli de la chambre noire un objet lumineux, on note la position de la base de la chambre noire, on déplace ensuite le verre dépoli jusqu'à ce que le cercle de diffusion de l'image de ce point ait atteint un certain diamètre que l'on mesure exactement, soit 1 centimètre, on note la position de la base de la chambre et on mesure le déplacement de cette base : on obtient ainsi le numérotage du diaphragme ou bien l'ouverture utile maxima de l'objectif. Par exemple, si l'on constate qu'après la mise au point sur un objet éloigné il a fallu déplacer l'objectif de 4 centimètres pour obtenir un cercle de diffusion de 1 centimètre de diamètre, l'ouverture utile est de $f/4$; si un déplacement de 50 millimètres donne un cercle de $2^{mm}5$, l'ouverture utile est $f/20$. Il suffit donc de diviser le nombre qui mesure le déplacement par celui qui mesure le diamètre du cercle de diffusion pour avoir le dénominateur de la fraction f/n.

1. *Journal de physique*, 1903, p. 755. — 2. *Photography*, 29 mai 1902.

§ 3. — Essai photographique des objectifs.

1771. Nature des plaques employées pour l'essai. — L'essai des objectifs photographiques se fait le plus souvent en examinant l'image d'une mire produite sur une plaque photographique ordinaire. Cet essai peut être insuffisant dans bien des cas : en particulier, il ne saurait fournir de bons résultats si l'objectif est destiné à la trichromie ou à l'obtention de négatifs pour la phototypographie.

Les plaques au gélatino-bromure ne donnent pas, en général, des images assez fines pour que deux traits, distants de 1/40e de millimètre, soient nettement séparés. On sera donc, dans bien des cas, conduit à employer les plaques préparées au collodion humide, ou celles au gélatino-bromure recouvertes d'émulsion peu sensible. Dans l'un comme dans l'autre cas, il est utile de recouvrir le dos de la plaque d'un anti-halo ou d'opérer sur une glace jaune. La durée de la pose devra être courte, de façon à éviter le foisonnement produit par un excès de pose.

L'emploi des plaques orthochromatiques peut fausser les résultats si l'objectif n'est pas apochromatique par suite de la différence des longueurs focales pour les diverses radiations : c'est surtout dans les cas d'excès de pose que cette cause perturbatrice présente une certaine influence.

La nature de la plaque photographique doit être la même que celle qui sera utilisée lorsque l'objectif sera en service courant, et l'on ne doit pas négliger les essais qui permettent de déterminer les qualités de l'image obtenue par interposition des écrans colorés et des plaques orthochromatiques correspondantes.

1772. Coefficient de transmission. — Le coefficient de transmission est le rapport de la lumière transmise à la lumière incidente; c'est par lui qu'il faut multiplier le coefficient de clarté d'un objectif pour obtenir une valeur précise de sa rapidité. M. H. Cousin[1] a recherché les pertes de lumière qui permettent de déterminer ce coefficient. En théorie, la perte de lumière à la traversée des surfaces collées de deux lentilles contiguës ne dépasse jamais 8/1000e de la

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 103.

lumière incidente et peut être négligeable. La perte de lumière à la traversée d'une lentille photographique plongée dans l'air est d'environ 5 %. Les pertes occasionnées par la réflexion sur les deux surfaces extrêmes de chaque élément d'objectif est donc à peu près 1/10e de la lumière incidente. Si l'absorption par le verre n'existait pas, le rapport de la lumière transmise par un élément d'objectif ou par un objectif simple à la lumière incidente serait de 0,9 environ.

C'est l'essai photographique qui permet de déterminer cette absorption par le verre. On photographie deux fois sur les deux moitiés d'une première plaque et à la même échelle, une mire blanche éclairée de façon bien constante et uniforme par les rayons solaires. La première image est prise à travers un petit trou (sténopé); pour avoir la seconde, on place derrière le trou, à l'intérieur de la chambre, l'objectif à essayer.

On fait ainsi une série d'images doubles, gardant d'une opération à l'autre un temps de pose invariable pour la photographie à travers le trou seul; on fait croître le temps de pose progressivement pour la série d'images produites à travers l'objectif. Après le développement, on recherche dans la série des négatifs celui qui présente deux images de même intensité. Par exemple, si les poses correspondantes sont de 30 secondes pour l'image obtenue à travers le trou libre et 70 pour l'autre, on en conclut que le coefficient de transparence pour l'objectif essayé est de $\frac{30}{70}$. L'erreur de mesure peut atteindre un vingtième, précision bien suffisante pour les besoins de la pratique.

On constate que dans les objectifs à lentilles indépendantes il y a une perte de lumière par réflexion égale au dixième environ de la quantité de lumière incidente. Si le nombre des lentilles est grand, on arrive à une perte de lumière totale qui diminue de façon appréciable la grande ouverture utile que présentent ces objectifs. De plus, la lumière réfléchie n'est pas annulée comme la lumière absorbée; elle revient à la plaque après des réflexions multiples, et celle-ci reçoit, outre l'image nette principale, un nombre d'images floues réfléchies au moins égal au nombre des surfaces réfléchissantes : l'effet le moindre de ces réflexions multiples est de diminuer le brillant de l'image.

§ 4. — Montures; diaphragmes.

1773. Parasoleil. — Les premiers objectifs photographiques étaient munis de parasoleils de dimensions suffisantes. On néglige ce détail de construction, de même que celui qui consiste à munir les corps de monture et les bagues portant les lentilles de repères indiquant la position correcte des parties mobiles. En serrant trop fortement les contre-barillets, quand on remonte un objectif, on peut comprimer les lentilles et leur communiquer les propriétés fâcheuses du verre trempé[1].

Le *parasoleil* est un accessoire extrêmement utile, indispensable même pour les objectifs à paysages ; il permet d'éviter dans la plupart des cas les troubles que l'on attribue à tort au halo.

L'emploi des trousses d'objectifs pour le paysage n'empêche nullement d'utiliser un parasoleil. Cet accessoire peut être établi en caoutchouc noirci, de surface ondulée et de forme conique; c'est le modèle construit par M. Gaumont. On peut l'adapter immédiatement à tous les objectifs et en faire varier à volonté la saillie, de façon qu'il ne limite jamais le champ de l'instrument. C'est là un dispositif très commode. Grâce à son élasticité, cet accessoire ne prend dans la poche ou dans le sac du photographe qu'une place extrêmement réduite[2]. On peut d'ailleurs établir facilement un parasoleil extensible, comme l'a indiqué M. Gann[3], à l'aide d'un ressort métallique enroulé en spirale et fait avec du fil de laiton écroui; les anneaux de chaque spire sont écartés l'un de l'autre d'environ 2 centimètres quand le parasoleil est étendu. Cette carcasse métallique, peinte en noir et recouverte d'une étoffe protectrice de la lumière, est fixée à la rondelle de l'objectif. La tendance naturelle de la spirale étant de s'étendre, le parasoleil sera toujours tendu; à l'aide de cordelettes mobiles, on lui donne la longueur suffisante pour qu'il ne fasse pas d'ombre sur la plaque.

M. Mathet[4] conseille d'employer deux tubes de 4 à 5 centimètres de longueur et d'un diamètre notablement plus grand que celui de la

1. E. Wallon, *Bulletin de la Société française de photographie*, 1904, p. 205. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 531. — 3. *Photography*, 1905. — 4. *La Revue de photographie*, 1905, p. 299.

partie antérieure de l'objectif. Ces deux tubes peuvent coulisser l'un sur l'autre à frottement doux, de façon à produire une rallonge plus ou moins longue. Le plus petit tube porte à l'arrière une bague qui permet de l'assujettir à l'objectif ; le plus gros se termine à l'avant par une coulisse dans laquelle peut se mouvoir une plaque de laiton noirci, percée d'une ouverture rectangulaire dont les côtés présentent le même rapport que le format de la plaque. A l'aide de ce dispositif permettant un tirage plus ou moins grand des deux tubes et le mouvement vertical de l'écran vers le haut ou vers le bas, suivant le décentrement de l'objectif, il est toujours possible de limiter la surface éclairée à celle de la glace dépolie de la chambre noire : les seuls rayons concourant à la formation de l'image atteindront l'objectif et les réflexions nuisibles à l'intérieur du système optique seront réduites au minimum.

1774. Numérotage des diaphragmes. — La Commission du Congrès international de photographie de 1900 a fait connaître les décisions suivantes pour le numérotage des diaphragmes des objectifs et des trousses :

1° Pour les objectifs à *distance focale invariable,* chaque diaphragme sera caractérisé par une fraction de la forme F/n où n est le nombre obtenu en divisant la distance focale absolue de l'objectif par le diamètre utile du diaphragme. Pour chaque diaphragme, et en regard de la fraction F/n, on inscrira sur la monture la valeur de n^2.

2° Les diamètres utiles des diaphragmes devront toujours appartenir à la progression

$$\frac{F}{1}, \frac{F}{1{,}4}, \frac{F}{2}, \frac{F}{2{,}8}, \frac{F}{4}, \frac{F}{5{,}6}, \frac{F}{8}, \frac{F}{11{,}3}, \frac{F}{16}, \frac{F}{23}, \frac{F}{32}, \frac{F}{45}.$$

3° Si le diamètre utile du diaphragme maximum ne correspond pas à l'un des termes de cette progression, le diaphragme maximum sera caractérisé par un signe conventionnel qui, de préférence, sera un point. La valeur du diamètre utile de ce diaphragme maximum figurera parmi les inscriptions gravées sur la monture.

4° Les constructeurs donneront dans leurs catalogues, pour chaque série d'objectifs, la valeur du coefficient de diamètre utile, et les laboratoires d'essais comprendront régulièrement le contrôle de ce coefficient au nombre des opérations que comporte l'examen des objectifs.

5° Il est demandé aux opticiens d'adopter pour les inscriptions qu'ils gravent sur les montures une disposition aussi uniforme que possible, comportant l'indication : *a*) du nom du fabricant et du lieu de fabrication; *b*) du nom caractérisant le type de l'objectif; *c*) du diamètre utile relatif du plus grand diaphragme utilisable; *d*) de la distance focale absolue; *e*) d'un numéro d'ordre; *f*) enfin, s'il est possible, de la position qu'occupent les points nodaux.

Pour les trousses ou objectifs à *distance focale variable :*

1° Les constructeurs sont invités à rechercher et adopter des dispositifs qui permettent d'étendre à ces instruments les règles qui précèdent.

2° A titre provisoire, les diaphragmes des objectifs à combinaisons multiples pourront être caractérisés par la valeur en millimètres de leur diamètre effectif; mais à chaque objectif devra être jointe une table de traduction indiquant pour chaque diaphragme et pour chaque distance focale la valeur correspondante de F/n et accessoirement celle de n^2. Le plus grand diaphragme utilisable pour chaque combinaison sera indiqué sur la monture par un signe distinctif.

Au point de vue pratique, l'établissement de séries de diaphragmes conformes aux décisions du Congrès suppose que l'on connaît la distance focale absolue F et le coefficient du diamètre utile K; on divise la première quantité par la seconde et le calcul des diamètres effectifs à donner aux divers diaphragmes se fera en divisant ce quotient successivement par les diverses valeurs de n, c'est-à-dire pour la série complète par les nombres

1 1,4 2 2,8 4 5,6 8 11,3 16 23 32 ...

Il est plus simple et plus exact d'opérer de la façon suivante. Le diamètre effectif du diaphragme F/1 est égal à F/K; on obtient le diamètre du second en divisant F/K par 1,414; puis, pour les suivants, on divisera successivement les deux premiers diamètres par 2, par 4, par 8, etc.

Pour déterminer la valeur F/n qui caractérise le diaphragme maximum, il suffit de mesurer le diamètre effectif de ce diaphragme et de le multiplier par le coefficient de diamètre utile; en divisant ce produit par la distance focale principale, on a la valeur de n. Par diaphragme maximum, il faut entendre le plus grand diaphragme pour lequel l'opticien garantisse la netteté de l'image sur toute l'étendue de la surface sensible. Il est loisible au constructeur de

continuer la graduation au delà du point qui désigne le diaphragme maximum ainsi défini.

Pour les valeurs de n^2 correspondant aux diaphragmes réglementaires, on prendra les nombres

1 2 4 8 16 32 64 128

Dans le cas des diaphragmes à iris, on peut simplifier la gravure en ne répétant pas pour chaque diaphragme le numérateur de la fraction caractéristique ; la graduation pourra être gravée sous la forme suivante :

F : 1 1,4 2 2,8 ...

Lorsque la disposition de la monture permettra d'inscrire, en même temps que les valeurs de F/n, les valeurs de n^2, il sera avantageux de graver les deux séries de nombres de part et d'autre de la bague de commande de l'iris.

1775. Diaphragmographe. — MM. Houdry et Durand ont établi, sous le nom de diaphragmographe, un dispositif destiné à indiquer les ouvertures utiles des diaphragmes d'une trousse d'objectifs. L'appareil se compose d'un manchon qui recouvre le tube portant les lentilles, mais il l'enveloppe incomplètement et le laisse voir à travers une large fenêtre, dont les bords, parallèles entre eux, sont dirigés obliquement. L'un de ces bords porte une série de repères équidistants où sont respectivement gravées les distances focales des lentilles élémentaires et des combinaisons que peut former leur association. Pour faire usage de ce dispositif, il suffit d'amener le trait gravé sur le manchon (trait correspondant au foyer employé) en contact avec la graduation correspondant à l'ouverture choisie.

CHAPITRE II

CHOIX DES OBJECTIFS.

§ 1. — Influence de la distance focale principale.

1776. Perspective donnée par l'objectif. — On a souvent répété que l'objectif photographique et surtout le grand-angulaire « faussait la perspective ». C'est là une inexactitude. Au point de vue esthétique, on peut regretter que tout objectif bien construit et correctement employé donne une perspective géométriquement exacte, perspective qui pourra permettre de passer de l'image au sujet qu'elle représente (établissement d'un plan en relief, photogrammétrie, etc.) : ceci tient à ce que l'on compare la perspective donnée par l'objectif à celle qui est admise par les peintres, perspective qui ne permet pas toujours de reconstituer avec ses dimensions exactes le sujet dessiné.

On oublie trop souvent que l'exactitude de l'effet perspectif varie avec la position de l'œil de l'observateur (C, **1534**). L'emploi d'objectifs à longs foyers ne présente pas d'inconvénients si l'on dispose d'un recul suffisant pour regarder l'image positive de son vrai point de vue.

La distance de la vision distincte étant de 25 à 30 centimètres, on aura tout intérêt à utiliser des objectifs dont la distance focale est de 25 à 30 centimètres. Si l'on utilise des appareils à main pour lesquels ces distances focales ne sont pas admissibles, l'image devra être amplifiée de telle sorte que ses dimensions soient les mêmes que si elles avaient éte prises à l'aide d'objectifs de foyers compris entre ces limites.

Il est, en somme, très difficile d'examiner correctement les images obtenues par l'emploi d'objectifs à court foyer : en effet, l'œil immo-

bile et inerte ne nous permettrait de voir nettement qu'une petite portion de l'espace s'il ne pouvait tourner autour d'un point fixe (centre de rotation) et si, par l'accomodation, on n'en faisait varier la distance focale : l'œil pourrait être classé dans la catégorie des objectifs très petits angulaires à monture de mise au point rapide, tellement rapide que les mises au point successives provoquent des sensations qui se combinent, se superposent.

Dans l'examen de l'image photographique, il ne saurait être question d'*accomodation*, puisque l'on examine une surface plane; il y a lieu de se préoccuper des déplacements angulaires de l'axe visuel. Pour l'image, le point de vue de la perspective est le point que Abbe a appelé *pupille de sortie*. Avec les objectifs photographiques usuels, lorsque la distance du sujet photographié est assez éloignée, il faut placer le centre de rotation de l'œil à une distance précisément égale à la distance focale de l'objectif, condition qui se trouve réalisée par l'emploi d'objectifs de foyer voisin de 25 centimètres, ou encore par l'agrandissement, ou enfin par l'emploi d'une loupe qui, reculant les limites de l'accomodation, nous permette d'approcher l'image de notre œil autant qu'il en sera besoin[1]. Quand le centre de rotation de l'œil aura ainsi coïncidé avec ce point de vue, il faudra qu'autour de ce centre cet œil puisse tourner librement pour aller, comme devant la nature, successivement chercher et repérer les divers éléments de la vue.

Par l'emploi des loupes usuelles, ce sont là des conditions qu'il est à peu près impossible de réaliser : l'image est vue de trop loin, nous ne pouvons en apercevoir la surface entière, et, même dans ce cas, la distorsion intervient de telle sorte que l'image est confuse.

C'est M. Gullstrand, d'Upsal, qui a montré le rôle capital que forme le centre de rotation de l'œil et la nécessité de renoncer aux types de loupes employées ordinairement pour examiner les photographies.

M. von Rohr a calculé un nouveau type de loupe, *le Vérant*, permettant d'obtenir une reconstitution exacte du sujet photographié.

1776. Le vérant de Zeiss. — L'appareil construit par Zeiss est une loupe possédant un grand champ, aussi exempte que possible d'aberration; elle est formée de deux lentilles non accolées; les axes

1. Wallon, *Union nationale de photographie*, Nice, 1905, p. 62.

des faisceaux qui la traversent, venant des divers points d'une image plane installée dans son plan focal antérieur, se croisent en un point où, grâce à une monture spéciale, se placera forcément le centre de rotation de l'œil. Pour ce même point, la loupe est complètement corrigée d'astigmatisme et de distorsion jusqu'à une grande distance de l'axe; la seule aberration résiduelle est une légère concavité du champ, d'où résulte pour l'observateur la nécessité de modifier un peu l'accommodation quand il passe du centre aux bords de l'image.

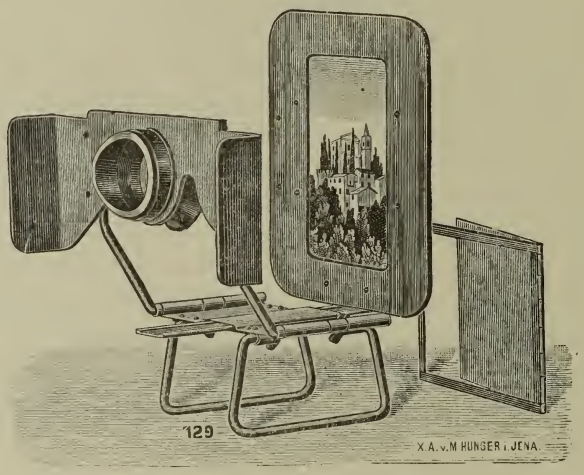

Fig. 14.

Pour que les conditions nécessaires à une reconstitution exacte soient pleinement satisfaites, il suffit qu'au point où sont réunis déjà le centre de correction du système optique et le centre de rotation de l'œil vienne encore se placer *le point de vue* de l'image examinée. C'est ce qui aura lieu si cette image a été prise avec un objectif dont la distance focale soit celle de la loupe, si elle est placée dans le plan focal antérieur de cette loupe et si elle est également centrée.

L'altération de la perspective, quand la différence entre les distances focales de l'objectif et de la loupe ne dépasse pas 10 % ou même 15 %., n'est pas appréciable.

La monture est disposée de façon à masquer complètement l'un des deux yeux (*fig. 14*). L'appareil comporte une mise au point par variation de tirage; mais il vaut mieux agir par variation de puissance, et

la monture est construite de façon que l'observateur puisse ajouter à la combinaison optique un verre de bésicles de même numéro que celui dont il se sert d'habitude.

Un porte-vue permet d'examiner, sans les coller sur carton, les épreuves sur papier.

La construction du *Vérant* dans lequel la monture est combinée de façon à masquer complètement l'un des deux yeux a conduit à celle

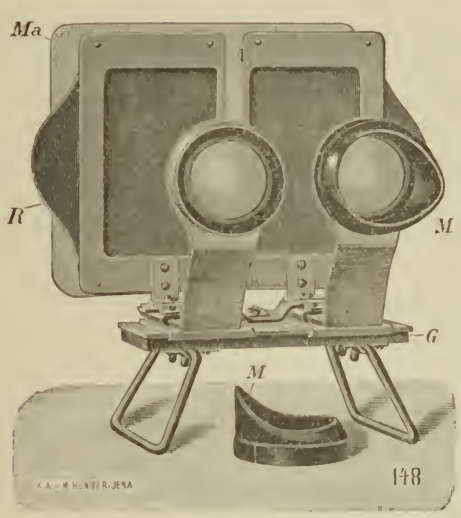

Fig. 15.

du *Bivérant*. On obtient la reconstitution exacte et complète de l'impression perçue devant le modèle en retrouvant pour chaque point de ce modèle la même convergence des axes visuels. Cette condition est géométriquement satisfaite pour les images stéréoscopiques : 1° si l'écartement des deux objectifs fournissant les deux images et celui des oculaires servant à les examiner sont égaux tous deux à celui des yeux; 2° si les deux vues sont centrées exactement de même par rapport aux objectifs et par rapport aux oculaires; 3° si les oculaires satisfont isolément aux conditions énoncées pour la vision monoculaire. On associe deux vérants et on obtient le *bi-vérant* (*fig. 15*). A la limite minima de l'écartement des objectifs, c'est-à-dire lorsque l'écartement est *nul* et par suite dans le cas où les deux images sont identiques, l'examen de ces deux images donne un effet

remarquable à la condition que la vue ne comporte pas de premiers plans très rapprochés. Cet appareil peut s'adapter aux différentes vues, soit par variation de tirage, soit par introduction de verres de bésicles dans la monture des loupes.

§ 2. — Influence des aberrations.

1777. Aberration chromatique. — La correction du foyer chimique de l'objectif se fait habituellement en faisant concorder au foyer de l'objectif deux sortes de radiations. Or, dans la photographie trichrome l'utilisation des écrans colorés et l'emploi de plaques sensibles à diverses radiations exige la concordance d'au moins trois couleurs en un même point : c'est ce que l'on réalise dans la construction des objectifs apochromatiques. Employés dans la pratique courante, sans écrans colorés, les objectifs apochromatiques donnent des images plus fines que celles qui sont fournies par les objectifs ordinaires, surtout lorsque le temps de pose est dépassé. La différence n'est pas très grande, mais elle devient sensible quand on soumet le négatif à l'agrandissement.

Les appareils à main de petit format devraient donc être munis d'objectifs apochromatiques.

Employés pour les épreuves de grandes dimensions, ces objectifs donnent une netteté extrêmement précieuse quand il s'agit de reproduire des gravures, cartes, plans, etc. ; mais s'il faut reproduire un sujet d'après nature, paysage, portrait, la sécheresse de l'image est peu artistique. Cette correction poussée à l'extrême donne des négatifs d'un effet tout particulier, et il est incontestable que sous ce rapport l'emploi du verre simple de bésicle ou des objectifs anachromatiques fournira de meilleurs résultats.

1778. Objectifs anachromatiques. — Les verres simples de bésicles ont été employés d'abord en utilisant de petits diaphragmes de façon à réduire l'influence de l'aberration chromatique. Plus tard, on a cherché à utiliser judicieusement le résidu d'aberration que laisse une rectification logique de mise au point, effectuée avant la pose. Si après avoir mis au point et avant la pose on déplace la surface sensible pour l'amener au foyer des rayons violets, ces derniers

agissent plus énergiquement que les autres et donnent une image légèrement estompée. Les lignes du modèle restent franchement dessinées tout en se raccordant avec le fond par une bande légère doucement fondue. Cette zone dégradée, que M. de Pulligny a appelée *frange chromatique*, est peu visible dans le cas de poses courtes.

En rapprochant l'une de l'autre les lentilles après la mise au point et avant la pose, on réalise la correction nécessaire pourvu que l'aberration sphérique soit suffisamment faible; on évite les effets de la distorsion par l'emploi de deux lentilles symétriques ou d'un système double constitué par deux lentilles de même forme générale. L'astigmatisme aura peu d'importance si l'on choisit des combinaisons à long foyer : celle qui est formée de deux ménisques simples, minces, avec concavités en regard fournit de bons résultats; l'ouverture maxima peut atteindre *f*/5; en pratique, on fait travailler l'objectif avec une ouverture de *f*/7 à *f* 10; c'est une bonne combinaison pour les études de portraits.

Pour le paysage, on doit utiliser des téléobjectifs à court foyer. La bonne distribution de la netteté entre les divers points exige que l'ouverture relative de l'objectif soit inversement proportionnelle à la longueur focale réalisée. L'objectif à paysages doit se composer d'un système convergent allié à un système divergent[1].

Les téléobjectifs actuels ont une distance focale beaucoup trop longue et le prix de ces appareils est très élevé. Une solution assez pratique consiste à transformer l'anastigmat que l'on possède en un téléobjectif. Cette transformation se fait à l'aide d'une lentille divergente de foyer relativement long : on obtient ainsi un objectif anachromatique à paysages qui répond à peu près à tous les besoins de la pratique.

1. *La Revue de photographie*, 1905, pp. 227, 261.

CHAPITRE III

DESCRIPTION DES OBJECTIFS PHOTOGRAPHIQUES.

§ 1er. — Objectifs d'ouverture supérieure a *f*/3,16.

1779. La clarté base de classification. — On peut adopter la clarté comme base de classification des objectifs photographiques. Deux objectifs présentant la même clarté, ou possédant même diamètre d'ouverture utile, peuvent différer par le nombre et par la disposition des lentilles qui entrent dans leur construction. Les verres qui forment les lentilles peuvent avoir leur surfaces cimentées les unes aux autres, ou bien ces surfaces peuvent être séparées par des couches d'air, ce qui amène des réflexions à la surface des lentilles. Un objectif ayant un diamètre utile déterminé peut donc présenter deux, quatre, six, huit... surfaces réfléchissantes au contact de l'air suivant qu'il est formé d'une, deux, trois, quatre combinaisons achromatiques ou non, associées deux à deux et séparées les unes des autres. D'une manière générale, on peut dire que les objectifs à combinaisons cimentées au baume donnent des images plus brillantes que celles fournies par les objectifs dans lesquels on utilise un certain nombre de lentilles indépendantes. En renonçant à coller entre elles les lentilles élémentaires d'un objectif, on dispose pour les calculs des corrections d'un nombre de variables supplémentaires égal au nombre des épaisseurs d'air traversées, en même temps qu'on supprime entre les variables déjà existantes autant de relations qu'il y aurait eu, dans la construction à verres cimentés, de surfaces communes : on peut donc réaliser plus économiquement les corrections en réduisant le nombre des lentilles utilisées ; l'inconvénient de ce système réside dans les réflexions parasites dont l'effet est d'atténuer les noirs de l'image.

1780. Objectifs d'ouverture voisine de l'unité. — En interposant une couche de liquide spécial entre les lentilles de certains objectifs, le Dr Grün est parvenu à diminuer considérablement la distance focale de ces objectifs et à obtenir des images suffisamment nettes avec de grands diaphragmes. L'ouverture utile peut correspondre de *f*/0,5 à *f*/1,2. La surface couverte à l'aide de tels objectifs atteint à peine en diamètre celui des lentilles; il faudrait un objectif d'au moins trois pouces de diamètre pour obtenir des épreuves du format de projection. L'objectif est donc très lourd et très encombrant. Il peut servir à reproduire des sujets peu éclairés, et comme dans ce cas la mise au point présente des difficultés, il est préférable de la faire au moyen d'une graduation. L'objectif est monté à glissière et une petite cheville qui s'engage dans des trous formant la graduation permet d'arrêter la monture à l'endroit convenable pour le maximum de netteté de l'image [1]. L'usage de ces objectifs ne s'est pas répandu.

Le Dr Grün s'est d'abord borné à garnir d'huile de cèdre la cavité centrale d'un objectif ordinaire. Ce procédé réduit la distance focale dans le rapport de 8 à 1; mais la correction chromatique, la correction sphérique et l'orthoscopie disparaissent. Il a utilisé ensuite un objectif de forme spéciale formé de deux combinaisons égales dans lesquelles les deux lentilles sont séparées par un liquide dont l'indice de réfraction est égal à 1,4985 et la dispersion 0,0113. Grâce à ce faible pouvoir dispersif, la correction chromatique n'est pas sensiblement altérée. Plus tard, il a changé la nature du liquide et a utilisé un nouveau liquide d'indice 1,49 et de pouvoir dispersif 0,0089; l'ouverture de l'objectif a été successivement réduite à *f*/1,3, *f*/2,5 et *f*/3. Il ne paraît pas, malgré cette réduction d'ouverture, que les nouveaux objectifs soient supérieurs aux types Petzval modifiés, tels que les établissent les bons opticiens (C, **1552**).

M. Wallon a fait observer que l'obstacle le plus sérieux que l'on rencontre dans la construction de tels objectifs provient des variations rapides qui résultent, pour les constantes optiques des liquides, d'un changement de température; la nature de l'image est modifiée. Ces variations n'ont peut-être pas grande importance si l'on se contente d'images médiocres [2].

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 356. — 2. *Photo-Gazette*, 1902, p. 148.

M. Lacour a construit des objectifs d'ouverture maxima *f*/3, composés de deux combinaisons. La partie antérieure est formée de trois lentilles collées et peut être employée seule comme objectif à paysage; la combinaison postérieure. formée de quatre verres cimentés, peut aussi être utilisée comme objectif simple de très grande ouverture. L'ensemble des deux combinaisons est exempte d'aberration sphérique, d'astigmatisme et pratiquement de distorsion; les images sont particulièrement brillantes, le nombre des surfaces réfléchissantes étant réduites au minimum pour une combinaison double. Par suite de la nature des verres qui entrent dans la construction de cet objectif, le prix de vente de cet appareil est très élevé et son emploi est limité à quelques applications spéciales.

§ 2. — Objectifs d'ouverture utile comprise entre *f*/3,1 et *f*/6,3.

1781. Objectifs de diamètre inférieur à *f*/5. — Les principaux objectifs admettant une très grande ouverture comportent, en général, un assez grand nombre de surfaces réfléchissantes au contact de l'air. L'emploi d'une lame d'air plus ou moins large entre deux verres simples permet de réaliser assez facilement les diverses corrections, mais présente l'inconvénient de donner des images moins brillantes que celles fournies par les objectifs à lentilles collées. Pour réaliser des ouvertures un peu grandes, on est obligé d'employer un assez grand nombre de verres, ce qui augmente les pertes par absorption, de telle sorte que l'on perd une partie des avantages qui résulteraient de ces grandes ouvertures.

Les objectifs nouvellement construits et admettant une ouverture supérieure au cinquième de la distance focale sont :

1° Parmi les objectifs à quatre surfaces réfléchissantes : le *Linear* *f*/4,5 de Rietzschel (huit verres collés).

2° Objectifs à six surfaces réfléchissantes : l'*Heliar* de Voigtlaender, constitué par un verre simple séparé de deux combinaisons comprenant chacune deux verres collés; l'*Euryplan* de Schulze et Billerbeck, le *Summar* de Leitz : ces derniers objectifs sont symétriques; le *Stigmatic* de Dallmeyer, comprenant deux verres collés à l'avant et, à l'arrière, deux couples de verres collés séparés par une lame d'air.

3° Objectifs à huit surfaces réfléchissantes : *Homofocal* de

Steinheil, le *Lumar* de Rodenstock, *Tetranar* de Simon, formés de quatre verres simples séparés par lames d'air.

1782. Objectifs à quatre surfaces réfléchissantes. — L'objectif *Linear* de Rietzchel[1] est constituée par deux verres de combinaisons quadruples : les lentilles sont accouplées de telle façon qu'un élément négatif est réuni à un élément positif par une surface

Linéar, A : 4.5 à F : 5.

NUMÉROS	FOYER	DIAMÈTRE des LENTILLES	SURFACE COUVERTE		
			Toute OUVERTURE	F : 16.	Petit DIAPHRAGME
	mm	mm	cm	cm	cm
000	60	14,5	4 × 6	6 × 6	6 × 9
00	90	20	6 × 9	8 × 10	9 × 12
0	120	26	9 × 12	12 × 16	13 × 18
1	150	32	10 × 15	13 × 18	16 × 21
2	180	38	13 × 18	16 × 21	18 × 24
3	210	44	16 × 21	18 × 24	21 × 27
4	240	50	18 × 24	21 × 27	24 × 30
5	270	54	21 × 27	24 × 30	27 × 33
6	300	60	24 × 30	27 × 33	30 × 40
7	360	68	27 × 33	30 × 36	40 × 50
7*a*	420	80	30 × 36	40 × 50	50 × 60

de contact plane. Cette surface présente certains avantages sur les surfaces concaves ou convexes généralement employées ; elle permet une correction facile des diverses aberrations. Dans le *Linear série A*, l'astigmatisme est éliminé à un haut degré, l'aplanétisme est bien corrigé suivant l'axe et obliquement à l'axe ; il en est de même de l'aberration chromatique. La différence chromatique de l'aberration sphérique est presque annulée, de telle sorte que l'on

1. Brevet allemand, n° 118,466 ; Eder, *Ausfs. Handbuch*, 1902, p. 694.

peut obtenir à toute ouverture des images dont l'angle de champ est de 70° à 80°.

La clarté de l'objectif est considérable ; elle répond à *f*/4,5 pour les plus petits objectifs, *f*/4,5 à *f*/4,8 pour les autres. Le constructeur livre onze numéros pour les divers formats. La grande rapidité de cet objectif joint à un champ remarquablement net le classent parmi les meilleurs des appareils universels. En dédoublant l'instrument, la combinaison postérieure peut servir comme objectif simple d'ouverture maxima *f*/12,5.

1783. Objectifs à six surfaces réfléchissantes. — L'*Héliar* de Voigtlaender (*fig. 16*) est un anastigmat très lumineux[1] d'ouverture *f*/4.5 et, dans ces conditions, l'angle de champ est de 48°. Il a été calculé par le Dr Harting. L'instrument est du type asymétrique et dialytique : il est composé de cinq lentilles dont deux

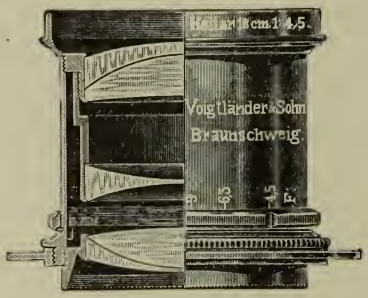

Fig. 16.

combinaisons extérieures très minces, collées au baume, et une lentille simple biconvexe placée entre les deux ; cette dernière lentille est plus rapprochée de la lentille postérieure que de la lentille antérieure. Il entre donc cinq lentilles dans la construction de l'*Héliar*. Les images données par l'*Héliar* sont exemptes de réflexions nuisibles et le peu d'épaisseur des lentilles fait que la quantité de lumière absorbée est extrêmement faible. La correction de l'aberration sphérique est particulièrement bien réalisée dans cet objectif qui est livré en onze grandeurs différentes ; les foyers de 30 à 60 centimètres sont particulièrement précieux pour l'obtention de grands portraits dans l'atelier.

1. *Phot. Industrie*, 1905, p. 59 ; brevets allemands 154,911, 124,934 et 143,889.

Héliar de Voigtlaender et fils, F : 4,5.

FOYER	DIAMÈTRE DES LENTILLES	SURFACE COUVERTE à TOUTE OUVERTURE
cm	mm	cm
5	11	3 × 5
8,5	19	5 × 5
12	27	6,5 × 9
16	36	8,5 × 10
18	40	9 × 12
24	54	13 × 18
30	67	16 × 21
36	80	18 × 24
42	93	21 × 27
48	107	26 × 31
60	132	30 × 40

Dans le nouveau stigmatic *f*/4,5 de Dallmeyer (*fig. 17*) se trouvent trois combinaisons de deux lentilles collées. La combinaison frontale

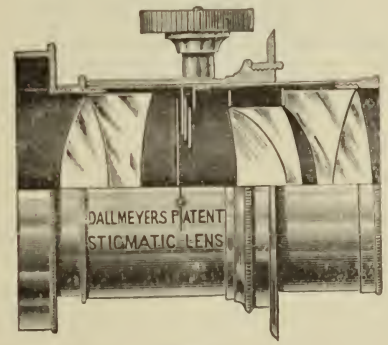

Fig. 17.

est constituée par une lentille biconvexe collée à une lentille biconcave ; à une certaine distance se place une lentille plan convexe collée à un ménisque divergent, puis tout près se trouve une lentille biconcave collée à une lentille biconvexe. Toutes les corrections sont

parfaitement réalisées dans cet objectif bien exempt d'astigmatisme et d'aberration sphérique. Il constitue un des meilleurs objectifs que l'on puisse employer pour les portraits dans l'atelier et les instantanés par faible lumière ; grâce à un choix judicieux des courbures et de la distance qui sépare les diverses combinaisons on a pu éviter la production de la tache centrale[1].

Stigmatic de Dallmeyer, F/4, série I.

NUMÉROS	DISTANCE FOCALE	DIAMÈTRE DES LENTILLES	DIMENSION COUVERTE
	mm	mm	cm
1	152	40	11 × 8
2	190	50	12,5 × 10
3	228	60	16,5 × 12
4	304	81	21,5 × 16,5

Une autre série de stigmatics d'ouverture un peu plus réduite est destinée aux chambres à main et comprend trois numéros.

Stigmatic F/4,5, série I*a*

NUMÉROS	DISTANCE FOCALE	SURFACE COUVERTE
	mm	cm
1	127	11 × 8
2	165	12,5 × 10
3	202	16,5 × 12

1784. Objectifs à huit surfaces réfléchissantes. — Les objectifs à huit surfaces réfléchissantes comprennent quatre verres

1. *British Journal Phot. Almanac*, 1904, p. 943.

simples ou combinés; l'un des plus employés est l'*unofocal* de Steinheil (*fig. 18*); le même objectif est construit avec une très grande perfection par Beck, de Londres (*fig. 19*).

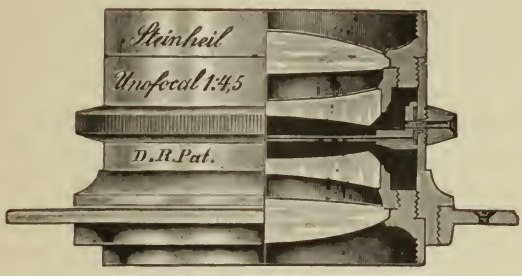

Fig. 18.

Cet objectif rentre dans la catégorie des objectifs dialytiques brevetés par Steinheil en 1901 (brevet allemand 133,957), objectifs corrigés des aberrations sphérique, chromatique et astigmatique. Il est symétrique et constitué par l'assemblage de deux couples de verres séparés par une lame d'air. En

Fig. 19.

désignant par R_0, R_2 et D_1 les rayons de courbures et l'épaisseur de la première lentille, D_3 la distance de la première lentille à la seconde, R_4, R_6 et D_5 les rayons de courbure et l'épaisseur de la seconde lentille, D_7 la distance des deux combinaisons qui forment l'objectif double, on a pour une combinaison de 24 centimètres de foyer :

$D_1 = 3{,}0$	$R_0 = 77{,}0$	Flint...	$ng' = 1{,}62380$
$D_3 = 17{,}5$	$R_2 = 34{,}162$		$nD = 1{,}60304$
$D_5 = 6{,}0$	$R_4 = 47{,}9$	Crown..	$ng^1 = 1{,}62483$
$D_7 = 38{,}0$	$R_6 = 205{,}234$		$nD = 1{,}61120$

L'ouverture de l'objectif peut être variable suivant la construction adoptée; les lentilles, au lieu de se présenter dans l'ordre divergent, conver-

gent, peuvent se présenter dans l'ordre inverse. Les longueurs d'onde sont $\lambda = 434{,}0$ pour *ng* et 489 pour la raie D. Les indices de réfraction du flint et du crown diffèrent très peu de la raie *g*, comme cela ressort des données du brevet.

Dans l'*Unofocal* Steinheil, la disposition est à peu près inverse : la lentille antérieure biconvexe est à faible distance de la lentille postérieure biconcave; les indices de réfraction des verres qui constituent les lentilles sont à peu près égaux. La combinaison antérieure et la combinaison postérieure ont la même distance focale, d'où le nom d'*unofocal* donné à l'objectif. La monture des objectifs est en magnalium, et comme les épaisseurs des verres sont très faibles, le poids de l'instrument est très minime; son volume est des plus réduits, et la luminosité de l'objectif est très grande par suite du peu d'épaisseur des verres. L'image est brillante grâce aux grands rayons de courbure des lentilles. Il ne présente pas les défauts dus à la production de réflexions multiples donnant l'image du diaphragme sur la plaque sensible. L'objectif se construit en huit grandeurs différentes; le plus long foyer est de 50 centimètres et peut servir à l'obtention de grands portraits dans l'atelier. L'angle embrassé est voisin de 60°.

Unofocal Steinheil, série I, F : 4,5.

NUMÉROS	FOYER	DIAMÈTRE DES LENTILLES	SURFACE COUVERTE à GRANDE OUVERTURE	SURFACE COUVERTE avec PETITS DIAPHRAGMES
	cm	mm	cm	cm
1	11	24,5	6,5 × 9	8 × 10,5
2	13,5	30	8 × 10,5	10 × 13
3	15	33,5	9 × 12	11 × 15
4	19,5	43,5	12 × 16	14 × 20
5	24	53,5	13 × 18	16 × 21
6	30	67	16 × 21	21 × 27
7	40	89	21 × 27	26 × 34
8	50	100	24 × 30	30 × 40

Le *Lumar* de Rodenstock admet une ouverture maxima de *f*/4,5 : il est formé de deux combinaisons symétriques constituées chacune

Fig. 20.

par un ménisque convergent associé à un ménisque divergent (*fig. 20*). Les corrections des diverses aberrations sont bien réalisées dans cet objectif et à toute ouverture l'angle de champ dépasse

Double anastigmat Lumar, série III, F : 4,5.

NUMÉROS	FOYER	DIAMÈTRE DES LENTILLES	FORMAT COUVERT A TOUTE OUVERTURE
	mm.	mm.	
1	90	20	6 × 9
2	120	26,5	9 × 12
2*a*	150	33	11 × 15
3	180	40	13 × 18
3*a*	210	46,5	15 × 21
4	240	53	18 × 24
5	300	66	24 × 30

60° ; il permet d'obtenir des instantanées dans les conditions de lumière les plus défavorables. La correction de l'aberration sphérique parfaitement réalisée rend ces objectifs précieux pour les projections. Les plus courts foyers sont avantageusement employés pour

les appareils à main munis d'obturateurs de plaque, tandis que les plus longs foyers sont utilisés dans l'atelier pour les portraits du format carte de visite ou carte-album [1]. Le *Lumar* série III se construit en sept grandeurs différentes.

Le *Tetranar* de Simon, opticien à Dresde, est un objectif du même genre ; il admet une ouverture maxima de *f*/4,5. L'objectif est

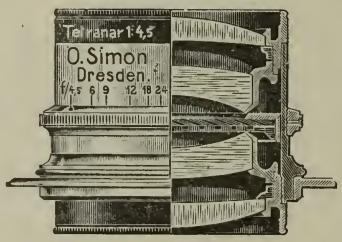

Fig. 21.

symétrique (*fig. 21*), la combinaison antérieure et la combinaison postérieure sont formés d'un ménisque convergent et d'un ménisque

Tétranar, F : 4,5.

NUMÉROS	FOYER	DIAMÈTRE des LENTILLES	DIAMÈTRE de L'IMAGE RONDE	SURFACE COUVERTE à TOUTE OUVERTURE
	mm	mm	cm	cm
00	90	19	15	6 × 9
0	120	25	18	9 × 12
1	150	30	24	12 × 16
2	180	36	28	13 × 18
3	210	42	32	16 × 21
4	240	48	36	18 × 24
5	270	53	40	21 × 27
6	300	60	45	24 × 30
7	360	72	50	29 × 34
8	420	83	64	30 × 40
9	540	107	74	40 × 50

1. Voyez Eder, *Jarbuch fur Photographie*, 1902, p. 396.

divergent. Le champ de netteté est très grand : un objectif de 12 centimètres de foyer couvre à pleine ouverture la plaque 9 × 12; la clarté est très grande, ce qui le rend précieux pour les travaux dans l'atelier; l'astigmatisme et l'aberration de sphéricité sont bien corrigés, de telle sorte que l'appareil peut être employé pour les reproductions de cartes, plans, etc. On le construit en onze grandeurs différentes.

Le double anastigmat Gœrz, le *Celor* (*fig. 22*) admet pour les plus petits numéros l'ouverture *f*/4,5 et *f*/5,5 pour les plus grands. C'est un

Fig. 22.

des meilleurs objectifs que l'on puisse employer pour les photographies instantanées.

Double anastigmat Gœrz, Celor, série I *b*, F : 4,5 à F/5,5.

NUMÉROS	DISTANCE FOCALE	SURFACE COUVERTE	
		GRANDE OUVERTURE	PETIT DIAPHRAGME
	mm	cm	cm
000	60	4 × 6	5 × 6
00	90	6 × 9	7 × 9
0	120	9 × 12	10 × 12,5
1	150	10 × 15	12 × 16
2	180	13 × 18	14 × 20
3	210	14 × 20	17 × 21
4	240	16 × 21	20 × 25
5	270	18 × 24	21 × 27
6	300	20 × 25	24 × 30
7	360	21 × 27	30 × 36
7*a*	420	24 × 30	36 × 40
8	480	30 × 36	40 × 50

L'anastigmat Busch *Omnar* est remarquable par la faible épais-

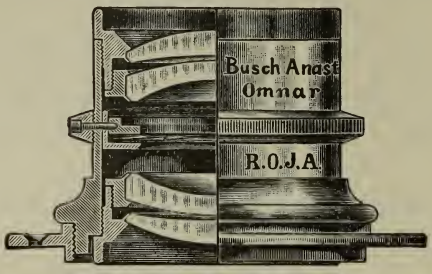

Fig. 23.

seur et par la transparence des verres employés à sa fabrication. La netteté des images obtenues est remarquable.

Anastigmats Busch : Omnar, série I, F : 4,5.

NUMÉROS	FOYER	DIAMÈTRE des LENTILLES	DIAMÈTRE de L'IMAGE	SURFACE COUVERTE	
				PLEINE ouverture.	DIAPHRAGME F : 11.
	mm	mm	mm	cm	cm
2	130	30	200	9 × 12	12 × 16
2,5	150	35	230	11 × 15	13 × 18
3	190	44	280	13 × 18	16 × 21
4	255	59	380	18 × 24	21 × 27

L'épaisseur des verres est aussi très fortement réduite dans le *Lux-Orthar* de Plaubel, à Francfort (*fig. 24*). Le volume et le poids

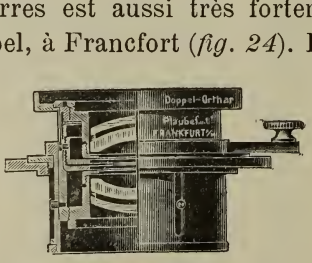

Fig. 24.

de ces objectifs sont minimes et les rendent applicables aux appareils à main ; ils donnent des images d'une grande netteté.

Lux-Orthar, F/4,5, de Plaubel.

NUMÉROS	FOYER	DIAMÈTRE DES LENTILLES	SURFACE COUVERTE	
			TOUTE OUVERTURE	DIAPHRAGME *f*/12,5
	cm	mm	cm	mm
2	12	27	9 × 12	10 × 12,5
2*a*	13,5	30	10 × 12,5	12 × 15
3	15	33,5	10 × 12,5	12 × 16
4	18	40	13 × 18	15 × 21
5	21	47	13 × 18	16 × 21
6	25	50	18 × 24	20 × 26
7	30	63	24 × 30	27 × 33

Les quatre lentilles séparées qui constituent ces objectifs dialytiques peuvent être formés de deux ou plusieurs verres. C'est ainsi que dans le *Summar* de Leitz à Wetzlar, la combinaison antérieure

Summar, série I, F : 4,5.

NUMÉROS.	FOYER.	DIAMÈTRE DES LENTILLES.	SURFACE COUVERTE A PLEINE OUVERTURE.
	mm.	mm.	cm.
1	24	5,3	2 × 2
2	35	7,8	3 × 3
3	42	9,8	4 × 4
4	66	14,2	6 × 6
5	80	17,8	6 × 9
6	100	22,2	8 × 10
7	120	26,7	9 × 12

estformée d'une lentille simple biconvexe en crown dur ($n_D = 1,61$) et de deux verres collés, l'un biconcave en flint léger ($n_D = 1,55$) et d'un ménisque convergent en flint léger ($n_D = 1,50$); entre le verre

biconvexe et les deux verres collés se trouve une lame d'air. La combinaison ainsi constituée fournit un bon objectif à paysages, bien corrigé de l'aberration sphérique et de l'astigmatisme. Par l'association d'une seconde combinaison semblable à la première, on obtient le *Summar*, objectif de grande luminosité et possédant un champ très plan. Les foyers les plus courts de cette série constituent d'excellents objectifs pour la microphotographie; les plus longs sont à recommander pour les appareils à main fonctionnant avec obturateurs de plaques[1] pour les formats stéréoscopiques et 9 × 12; ils sont établis en sept grandeurs différentes.

L'*Euryplan* de Schulze et Billerbeck (*fig. 25*) présente une disposition analogue; l'ouverture est égale à *f*/4,5.

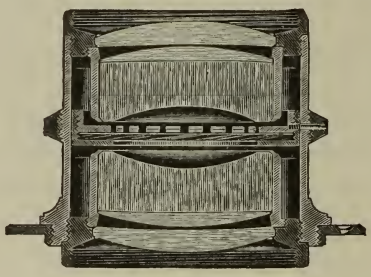

Fig. 25.

1783. Objectifs d'ouverture compris entre *f*/5 et *f*/5,5. — Le nombre des objectifs nouvellement construits dans cette catégorie est assez considérable et présente des types de construction assez originale. Ces objectifs sont à quatre, à six ou même à huit surfaces réfléchissantes. Parmi les premiers il convient de citer les eurygraphes Lacour et l'Héligonal de Rodenstock, tous deux à six lentilles; ceux à six surfaces comprennent le *Summar* de Leitz et l'*Héli-orthar*, de Plaubel; le *Royal anastigmat* de la Rochester lens C° est l'un des bons représentants des objectifs à huit surfaces réfléchissantes; le *Celor* de Gœrz et l'*Anastigmal omnar* de Busch sont justement appréciés; il en est de même de l'*Homocentric* de Ross.

1, Brevet allemand 135,742.

1784. Objectifs à quatre surfaces. — Les eurygraphes anastigmatiques de Lacour[1], qui jouissent d'une réputation universelle, ont été modifiés de façon à obtenir une ouverture de *f*/5. Le nouvel objectif est formé de deux combinaisons de trois verres collés, convergentes et ayant la forme de ménisques. Ces deux lentilles ont sensiblement la même distance focale, mais ne sont pas identiques : dans l'une l'épaisseur est plus grande au centre qu'au bord; dans l'autre elle est plus petite; enfin, les matières employées à la construction des lentilles sont toutes les six différentes. L'objectif n'est donc pas symétrique. La constitution des lentilles élémentaires est modifiée par l'adjonction d'un quatrième verre quand on veut construire des instruments de grand diamètre ou former une trousse par l'asso-

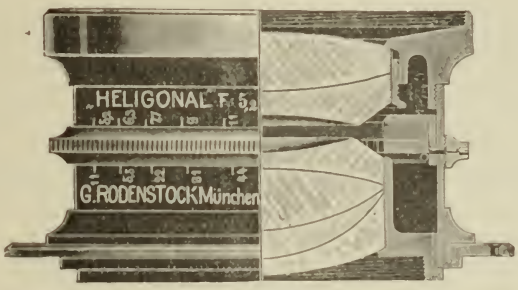

Fig. 26.

ciation des lentilles de distances focales très différentes. Les objectifs de cette série, destinés à donner des images de grande dimension ou des instantanés avec les obturateurs de plaque, peuvent être classés parmi les meilleurs des instruments de l'époque actuelle; l'étendue de l'image nette par rapport à l'ouverture et à la longueur focale dépasse ce qui a été fait jusqu'à ce jour, surtout pour les objectifs destinés aux plaques de grande dimension.

Les objectifs de Berner sont établis avec deux combinaisons de quatre lentilles et admettent une ouverture maxima *f*/5.

L'*héligonal* de Rodenstock se compose de deux combinaisons optiques : la partie antérieure (*fig. 26*) est formée d'une lentille biconvexe cimentée à une lentille biconcave; la partie postérieure est formée de quatre verres collés. L'épaisseur des lentilles a été choisie aussi faible que possible de façon à réduire les pertes de lumière par

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 109.

absorption; les pertes par réflexion sont réduites à un minimum et l'objectif est exempt du défaut connu sous le nom de tache centrale, de coma; les corrections sont bien faites dans cet objectif qui couvre nettement jusqu'aux bords une plaque dont le plus grand côté est égal à la distance focale.

L'héligonal peut se dédoubler : la combinaison arrière constitue un excellent anastigmat pour paysages dont le foyer est égal à environ une fois et demie celui donné par l'ensemble des deux combinaisons, de telle sorte que l'on peut l'employer avec toutes les chambres à main à soufflet; la partie antérieure forme un bon objectif à paysages dont la distance focale est d'environ deux fois celle de l'instrument constitué par l'ensemble des deux combinaisons.

L'emploi de l'héligonal permet donc de disposer de trois objectifs dont deux anastigmats lumineux. Cet instrument constitue ainsi une véritable trousse d'un emploi universel; la série de ces objectifs est d'ailleurs des plus complètes, comme l'indique le tableau suivant.

Héligonal, F : 5,2.

NUMÉROS	FOYER	OUVERTURE MAXIMA	DIAMÈTRE DES LENTILLES	TIRAGE pour LA LENTILLE postérieure seule.	FORMAT COUVERT
	cm		mm	mm	
000	4,5	1 : 5,2	11,1	80	4 × 4
00	6	»	14,3	106	4,5 × 6
0	9	1 : 5,3	21,1	158	6 × 9
1	12	1 : 5,4	26,4	210	9 × 12
2	13,5	1 : 5,5	29,0	235	10 × 14
3	15	»	31,7	260	11 × 15
4	18	»	37,0	310	13 × 18
5	21	1 : 5,7	42,3	364	16 × 21
6	24	»	48,7	419	18 × 24
7	30	1 : 5,9	59,2	522	24 × 30
8	36	»	70,8	628	30 × 36
9	48	1 : 6,3	89,0	840	36 × 50
10	60	»	108,0	1050	50 × 60
11	80	1 : 6,8	135,3	1450	60 × 70
12	100	»	158,6	1680	70 × 80

1785. Objectif à six surfaces. — L'*Héli-Orthar* de Plaubel, à Francfort, se compose de deux objetcifs bien corrigés de toutes aberrations : la partie antérieure est une combinaison dialytique formée de deux lentilles simples; la combinaison postérieure est formée de quatre lentilles collées, admettant une ouverture

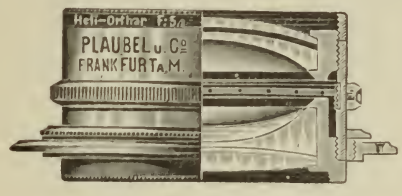

Fig. 27.

de *f*/10 et couvrant toute la dimension de la plaque; les deux combinaisons sont très rapprochées, de telle sorte que l'objectif est d'un volume très restreint, bien que formé avec six surfaces réfléchissantes. Il est exempt de tache centrale et donne des images très brillantes à toute ouverture, la plaque étant d'ailleurs très nettement couverte, le diamètre du champ net étant plus grand qu'une fois et demie la longueur focale pour un diaphragme égal à *f*/12,5. La combinaison antérieure munie d'un diaphragme *f*/15 et la combinaison postérieure avec le diaphragme *f*/10 constituent d'excellents objectifs à paysage (*fig. 28*) couvrant largement les dimensions de plaques indiquées au tableau.

Heli-orthar de Plaubel, F/5,2.

NUMÉROS	FOYERS			SURFACE COUVERTE	
	OBJECTIF COMBINÉ	ANTÉRIEURE	POSTÉRIEURE	TOUTE OUVERTURE	DIAPHRAGME *f*/12
1	8,5	19	16	6 × 49	8,5 × 10
2	10,5	22	19	8 × 10	10 × 12,5
3	11,8	25	20	9 × 12	12 × 15
4	13,0	27	22	10 × 12	12 × 16,5
5	15,6	35	30	12 × 16,5	13 × 18
6	18	40	30	13 × 18	16 × 21
7	20	32	32	13 × 18	18 × 24

On peut combiner l'une ou l'autre des lentilles de l'héli-orthar avec une combinaison négative formée de deux lentilles collées et donnant ainsi un objectif double, du genre de l'orthoscopique ou des

Combinaison de l'Heli-orthar et d'une Télé-négative.

HELI-ORTHAR	LENTILLE POSTÉRIEURE		LENTILLE ANTÉRIEURE	
	TIRAGE	FOYER	TIRAGE	FOYER
Numéros.				
2	20 26	24 30	28	24
3	20 26	24 30	28	36
4	21 27	27 32	28	38

téléobjectifs, permettant d'utiliser les chambres noires à main de tirage modéré : la longueur focale avec ces systèmes d'objectifs est toujours plus grande que le tirage de la chambre noire, comme l'indique le tableau de ces combinaisons. Il en résulte que l'héli-orthar constitue un objectif universel au sens le plus complet; avec l'addition de la lentille négative, il permet de réaliser une trousse donnant six foyers différents.

L'ouverture de l'héli-orthar est égale à *f*/5,2 pour les quatre premiers numéros; elle est de *f*/5,6, *f*/5,8, *f*/6 pour les trois derniers.

1786. Objectifs à huit surfaces. — Le *Summar* F/5 de Leitz diffère du Summar de la série I du même constructeur. Il est constitué par une combinaison symétrique de deux couples de trois verres. Au lieu d'utiliser un ménisque convergent comme lentille frontale et lentille postérieure, Leitz emploie une lentille biconvexe derrière laquelle se trouve un ménisque divergent formé par deux lentilles cimentées (*fig. 27*). Chacune des deux combinaisons symétriques est très bien corrigée des aberrations sphérique et chromatique, de

l'astigmatisme: elles constituent de très bons objectifs à paysage dont le foyer est environ le double de celui de l'objectif combiné. A

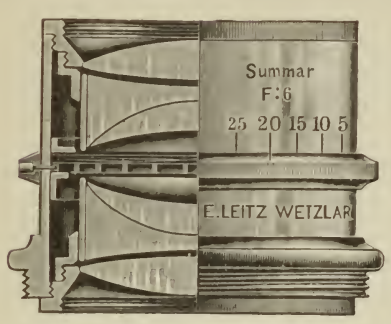

Fig. 28.

toute ouverture l'objectif couvre nettement la plaque dont le plus grand côté est sensiblement égal à la distance focale de l'objectif.

Summar, série II. F : 5 à F : 6.

NUMÉROS	FOYER	DIAMÈTRE DES LENTILLES	SURFACE COUVERTE A PLEINE OUVERTURE
	mm	mm	cm
1	95	19	6 × 9
2	115	23	8 × 10
3	135	27	9 × 12
4	150	30	10 × 12,5
5	180	36	13 × 18
6	150	25	12 × 15
7	180	30	13 × 18
8	210	35	16 × 21
9	240	40	18 × 24
10	270	45	21 × 27
11	200	50	24 × 30

L'emploi de cet instrument est recommandé pour les chambres à mains munies d'obturateurs de plaque.

La nature des verres qui constituent cet objectif est la suivante :

Lentille biconvexe en crown lourd..... $n_D = 1{,}61$.
Lentille biconcave en flint léger..... $n_D = 1{,}55$.
Ménisque convergent en crown léger.... $n_D = 1{,}50$.

Le *Royal anastigmat* de la « Rochester Lens C° » est un objectif symétrique du système dialytique; il est formé de quatre combinaisons constituées par des séries de deux verres collés; les deux lentilles antérieures et postérieures sont identiques et ont la forme de ménisques convergents; les deux lentilles qui sont à l'intérieur ont la forme de ménisques divergents et sont séparées par le diaphragme; chacune des deux moitiés de l'objectif est identique. Les deux lentilles collées qui constituent chacune de ces moitiés sont très rapprochées. L'objectif est donc formé de huit verres et comporte huit surfaces réfléchissantes. La clarté est de *f*/5 pour les petits objectifs, *f*/7 pour les grands [1].

Le *double anastigmat de Gœrz*, *Celor,* série I *b*, admet une ouverture de *f*/4,5 qui se réduit à *f*/5,5 pour les instruments de grandes dimensions. Cet objectif permet, pour les appareils à main, une diminution de la longueur du tirage, car à toute ouverture il couvre nettement une plaque dont le plus grand côté correspond à la longueur du foyer. Il a été calculé par M. Von Hoegh [2] et se compose, comme nous l'avons vu, de quatre lentilles non collées. L'objectif est symétrique; les deux moitiés sont constituées par deux lentilles relativement minces, l'une biconvexe, l'autre biconcave.

Malgré sa grande ouverture, cet objectif est exempt d'astigmatisme, d'aberration sphérique et de distorsion; l'angle embrassé est de 62 à 66°. Les lentilles sont peu épaisses, très rapprochées, ce qui diminue le volume, le poids de l'objectif et les inégalités d'éclairage de la plaque. La clarté de l'objectif est F/4,5 pour les n^{os} 000 à 2; F/4,8, n^{os} 3 à 5; F/5,5, n^{os} 6 à 8.

La série des *double-orthar* de Plaubel et C^{ie}, de Francfort, comprend des objectifs d'ouverture F/5,4 et F/6. Ces derniers comme aussi les plus lumineux, sont constitués par quatre verres non collés, d'épaisseur très faible, de telle sorte qu'ils absorbent très

1. Eder, *Jarbuch fur Photographie*, 1903, p. 328. — 2. *Ibid.*, 1902.

peu de lumière. Ils sont très bien corrigés de toutes les aberrations : la dimension du plus grand côté de la plaque couverte à toute ouverture est précisément égale au foyer de l'objectif; la surface couverte augmente avec l'ouverture du diaphragme, surtout pour les objectifs de la série *f*/6, qui peuvent servir comme grands angulaires.

Le double anastigmat de Busch, série II, est un objectif très

Anastigmat Busch, série II, F : 5,5.

NUMÉROS	FOYER	DIAMÈTRE des LENTILLES	DIAMÈTRE de L'IMAGE	SURFACE COUVERTE	
				PLEINE ouverture.	DIAPHRAGME F : 11.
	mm	mm	mm		
1	90	18	125	6 × 9	8 × 10
2	130	25	180	9 × 12	11 × 15
2,5	150	29	210	11 × 15	12 × 17
3	190	36	265	13 × 18	16 × 21
4	255	48	360	18 × 24	21 × 27
5	330	62	460	24 × 30	30 × 36
6	450	84	630	30 × 40	40 × 50

employé pour les chambres à main. Dans cette série, les objectifs de long foyer sont très recommandés pour le portrait dans l'atelier; la

Fig. 29.

netteté s'étend à toute la surface de la plaque et l'aberration sphérique est bien corrigée.

L'homocentrique de Ross (*fig. 29*) admet une ouverture maxima

de *f*/5,6 et constitue l'un des meilleurs objectifs que l'on puisse employer pour portraits, groupes, vues instantanées et tout travail avec chambres à main; le plus grand diaphragme est *f*/5,6, le plus petit *f*/22; avec le diaphragme *f*/16 on obtient le maximum de surface couverte.

1787. Objectifs de diamètre supérieur à F/6,3; objectifs à quatre surfaces. — Les *Linéars* série B de Rietzchel son des objectifs symétriques formés de deux combinaisons contenant chacune quatre verres collés; la série très complète de ces objectifs comprend douze grandeurs; les ouvertures du n° 000 au n° 4 sont *f*/5,5 et du n° 5 au n° 9 *f*/6. L'objectif est très bien corrigé de toutes

Linear, série B, F : 5,5 à F : 6.

NUMÉROS	FOYER	DIAMÈTRE des LENTILLES	SURFACES COUVERTES		
			PLEINE ouverture.	DIAPHRAGME F : 16.	Petit DIAPHRAGME
	mm	mm	cm	cm	cm
000	60	11	6 × 6	6 × 9	7 × 9
00	90	27	6 × 9	8 × 10	9 × 12
0	120	22	9 × 12	12 × 16	13 × 18
1	150	26	10 × 15	13 × 18	16 × 21
2	180	32	12 × 16	15 × 21	18 × 24
3	210	36	16 × 21	18 × 24	21 × 27
4	240	46	18 × 24	21 × 27	24 × 30
5	270	50	21 × 27	24 × 30	27 × 33
6	300	60	24 × 30	27 × 33	30 × 40
7	360	80	27 × 33	30 × 40	40 × 50
8	480	100	30 × 40	40 × 50	50 × 60
9	600	120	40 × 50	50 × 60	60 × 70

les aberrations, de telle sorte qu'à toute ouverture l'image est nette sur une plaque dont le plus grand côté est précisément égal au foyer de l'objectif. Avec de petits diaphragmes, la surface couverte devient le double de ce qu'elle était avec grands diaphragmes, de telle sorte que l'objectif de 18 centimètres par exemple qui couvre 13 × 18

peut, avec petits diaphragmes, servir pour la plaque de 18×24 centimètres. Chacune des combinaisons à quatre lentilles constitue un excellent anastigmat à paysages.

L'*Imagonal* de Rodenstock est d'une construction plus simple que le *Linéar;* il est, en effet, constitué par quatre lentilles et quatre surfaces réfléchissantes; il contient donc une lentille de plus que l'objectif breveté par Aldis[2] (Suppl. C, p. 7).

Aldis a montré que toutes les conditions de Petzval peuvent être réalisées dans un système composé de trois verres et de quatre surfaces. Il a établi un objectif dans lequel la correction des diverses aberrations est réalisée

Fig. 30.

aussi complètement que possible. Il suffit pour cela de trois verres : à l'avant, un système de deux verres collés; à l'arrière, un verre simple. La combinaison antérieure est formée d'un verre B biconvexe collé ou juxtaposé à un verre divergent biconcave A d'indice de réfraction légèrement plus élevé, l'ensemble de ces deux lentilles ayant un pouvoir presque nul, soit positif, soit négatif. L'élément postérieur est formé d'un seul verre convergent C d'indice de réfraction très élevé; cette dernière lentille est séparée de la combinaison antérieure par une lame d'air assez épaisse.

Les indices des verres employés pour constituer les trois lentilles sont respectivement :

	Raie D.	Raie Hg.
A	1,5366	1,5508
B	1,5738	1,5920
C	1,6014	1,6199

Pour un objectif de foyer égal à 100 les rayons de courbure sont :

$R_1 = -13{,}56$ $\quad R_4 = -48{,}61$
$R_2 = +17{,}50$ $\quad R_5 = +10{,}29$
$R_3 = -12{,}76$

1. *The Photographic Journal*, 1900, p. 291.

Les épaisseurs de verre ou d'air sont :

$e_1 = 3{,}06$ $\qquad$ $e_3 = 4{,}25$
$e_2 = 2{,}5$ $\qquad$ $e_4 = 5{,}87$

L'ordre de succession des centres dans le sens du parcours des rayons est

$$C_5 \quad C_2 \quad C_1 \quad C_3 \quad C_4$$

La construction de ce type d'objectif est brévetée.

Dans l'*Imagonal*, on utilise quatre variétés de verre très transparent. La combinaison postérieure (*fig. 30*) est formée de *trois* verres collés, la combinaison antérieure d'un seul verre; les deux combinaisons sont séparées par le diaphragme : l'objectif n'est donc pas

Imagonal, F : 6

NUMÉROS	FOYER	DIAMÈTRE des LENTILLES	OUVERTURE RELATIVE	FORMAT COUVERT	
				A TOUTE OUVERTURE	AVEC PETIT DIAPHRAGME
	cm.	mm.		cm.	cm.
00	6	11,0	1 : 6	4,5 × 6	6 × 9
0	9	16,0	»	6 × 9	9 × 12
1	12	20,5	1 : 6,3	9 × 12	11 × 15
2	13,5	22,7	»	10 × 14	15 × 18
3	15	25,0	1 : 6,5	11 × 15	15 × 21
4	18	30,0	1 : 6,8	13 × 18	18 × 24
5	21	34,0	»	15 × 21	21 × 27
6	24	40,6	»	18 × 24	24 × 30
7	30	50,0	1 : 7,2	24 × 30	30 × 40
8	36	60,0	»	30 × 36	36 × 45
9	48	80,0	1 : 7,5	36 × 50	50 × 60
10	60	100,0	»	50 × 60	60 × 70
11	80	125,0	1 : 7,7	60 × 70	80 × 100
12	100	150,0	»	70 × 80	100 × 125

symétrique. La longueur focale de la lentille postérieure est une fois et demie environ celle du système complet, tandis que celle de la lentille antérieure est d'environ deux fois et demie. Les systèmes dédoublés ne peuvent être employés qu'en utilisant de petits diaphragmes du trentième au quarantième du foyer.

L'ensemble des deux combinaisons donne un champ plan, exempt d'astigmatisme, d'aberration sphérique et pratiquement de distorsion; l'image obtenue est très brillante; la perte de lumière par réflexion et par absorption est très faible, de telle sorte que cet objectif peut servir avec les obturateurs de plaque les plus rapides. L'imagonal se construit en quatorze grandeurs différentes : l'ouverture maxima est *f*/6 pour les petits objectifs, *f*/7,7 pour les plus grands.

1788. Objectifs à six surfaces réfléchissantes. — La série II des stigmatics de Dallmeyer a été modifiée et l'objectif actuel, formé d'une combinaison antérieure à quatre verres avec lame d'air et d'une combinaison postérieure comprenant deux lentilles collées, a été modifiée de façon à obtenir une correction plus complète des aberrations. La série II de ces objectifs a été complétée par la construction de deux objectifs, l'un de 82 millimètres, l'autre de 101 millimètres de foyer. Les deux combinaisons qui constituent cet objectif peuvent être utilisées comme instruments à paysages.

Le *Pantoplan* de L. Bunger, à Berlin-Schmargendorf, est un objectif symétrique du même genre : la combinaison antérieure, identique à la combinaison postérieure, est formée de deux verres collés séparés d'un ménisque convergent par une lame d'air; l'angle de champ de cet objectif est d'environ 90°, l'ouverture maxima est *f*/6.

L'*Euryplan* de Schulze et Billerbeck (*fig. 31*) est formé de deux

Fig. 31.

combinaisons identiques[1] : une lentille biconvexe est collée à une lentille biconcave, et à une petite distance de celle-ci se trouve un ménisque convergent; le diaphragme est disposé à la suite de la combinaison antérieure formée de ces trois lentilles. La combinaison postérieure est identique à la précédente. L'angle de champ avec

1. Brevet allemand, n° 135742; Eder, *Jarbuch für Photographie*, 1904, p. 35.

petit diaphragme est de 90°; à toute ouverture, soit *f*/6, l'objectif couvre nettement une plaque dont le plus grand côté est égal au foyer. Chaque combinaison est bien corrigée et peut servir d'anastigmat à paysages en utilisant un diaphragme de *f*/12.

Le *Dynar* de Voigtlaender a été construit d'après les calculs du

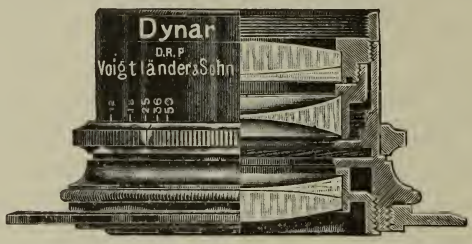

Fig. 32.

Dr Harting. Cet objectif (*fig. 32*) n'est pas symétrique; il rappelle l'Héliar, à cette différence près que les verres collecteurs des combinaisons collées se trouvent à l'extérieur, tandis que dans l'Héliar

Dynar de Voigtlaender et fils, F : 6.

FOYER	DIAMÈTRE DES LENTILLES	SURFACE COUVERTE	
		A TOUTE OUVERTURE	avec PETITS DIAPHRAGMES
cm	mm	cm	cm
12	21	9 × 12	12 × 16
15	26	11 × 15	15 × 21
18	32	13 × 18	18 × 24

elles sont à l'intérieur et par conséquent plus rapprochées du ménisque divergent. La destruction de l'aberration sphérique et des réflexions nuisibles sont fort bien réalisées dans cet objectif dont les lentilles sont très rapprochées; l'ouverture maxima est d'environ *f*/6 et l'angle embrassé est d'environ 63°. Le champ est uniformément éclairé. Le dynar se construit pour les chambres à main, et, grâce à

la netteté des images, permet de les utiliser pour l'agrandissement; le champ de netteté n'augmente que très peu par le rétrécissement du diaphragme.

1789. Objectifs à huit surfaces. — Le nombre des objectifs d'ouverture supérieure à *f*/6,3, établis avec quatre verres séparés, est très considérable; les plus répandus sont les suivants :

L'*Homocentrique série C* de Ross est un objectif symétrique formé de quatre ménisques séparés par des lames d'air; la combinaison antérieure est identique à la combinaison postérieure, ce qui réduit à un minimum la distorsion. La correction de l'aberration sphérique est particulièrement bien réalisée dans cet objectif, de telle sorte que la mise au point faite à toute ouverture n'est pas modifiée par l'emploi du diaphragme. D'ailleurs, la construction spéciale de cet objectif rend à peu près inutile l'emploi de diaphragmes plus petits que *f*/16. L'aplatissement astigmatique du champ est bien réalisé; l'achromatisme est assez parfait pour que l'objectif puisse être employé pour négatifs destinés au procédé des trois couleurs : on peut le qualifier de *semi-apochromatique*.

La série B des homocentriques admet, comme nous l'avons vu (**1786**) une ouverture maxima de *f*/5,6, l'angle du champ est d'environ 55°; la série C admet une ouverture de *f*/6,3 avec un angle de

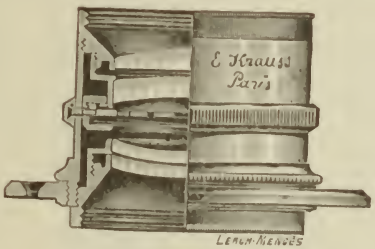

Fig. 33.

champ voisin de 70°; enfin, la série D, avec une ouverture *f*/8, admet un angle de champ voisin de 85°. La série D*a*, de même ouverture, est réservée aux objectifs de foyer supérieur à 30 centimètres et destinés aux reproductions, tirages en couleur, etc.

Le *Kalloptat* (*fig. 33*) de M. Krauss, à Paris[1], est un objectif du

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1906, p. 148.

même genre. C'est un anastigmat dissymétrique, dont les combinaisons élémentaires sont faites de deux verres non collés et présentent le caractère anormal (crown plus réfringent que le flint).

Le diamètre relatif de pleine ouverture est *f*/5,5 pour les distances focales qui ne dépassent pas 245 millimètres; il descend alors à *f*/6, puis, pour les distances focales supérieures à 305 millimètres, à *f*/6,3. Le coefficient de diamètre utile est 1,207.

Le Kalloptat est destiné à constituer un bon objectif de service courant applicable à des travaux très variés et d'emploi facile. Dédoublé, il peut être utilisé pour le paysage comme instrument de foyer à peu près double.

Kalloptat Krauss, série Kd, 1 : 15,5 à 1 : 6,3.

NUMÉROS	FOYER	LONGUEUR de TIRAGE	DIAMÈTRE des LENTILLES	SURFACE COUVERTE		DIAMÈTRE du CHAMP éclairé.
				Toute OUVERTURE	Grands DIAPHRAGMES	
		mm	mm	cm	cm	cm
0	40	37	5,5	4 × 4	5 × 5,5	7,5
1	60	57,5	8,0	6 × 6,5	6,5 × 9	11
2	92	85	11,7	8 × 8	8 × 10	16,5
3	120	106	15,6	9 × 12	12 × 15	21,5
4	136	128	17,5	10 × 13	12 × 16	24
5	150	145	19,5	12 × 15	13 × 18	27
6	185	180	24,0	13 × 18	16 × 21	33
7	210	199	27,3	13 × 21	18 × 24	37
8	245	230	31,2	16 × 21	21 × 27	43
9	272	260	35,0	18 × 24	24 × 30	48
10	305	287	39,0	21 × 27	30 × 36	53
11	365	344	47,0	24 × 30	30 × 40	63
12	425	400	54,5	27 × 33	33 × 45	73
13	490	456	62,3	30 × 40	40 × 50	84
14	610	572	80,0	35 × 45	50 × 60	103
15	770	719	97,5	40 × 50	70 × 80	130
16	970	849	117,0	50 × 60	80 × 90	153

Le *Tétranar* *f*/6 de Simon, à Dresde, possède les qualités géné-

rales des Tétranar de la série *f*/4,5 : le mode de construction est d'ailleurs le même. L'ouverture des objectifs de la série *f*/6 est réduite, mais ils réunissent les avantages d'une luminosité suffisante et d'une netteté parfaite avec ceux d'une grande étendue de champ. Les objectifs des foyers les plus courts sont utilisés pour les appareils à main et conviennent fort bien pour les vues instantanées.

Tétranar, F : 6.

NUMÉROS	FOYER	DIAMÈTRE des LENTILLES	DIAMÈTRE de L'IMAGE RONDE	SURFACE COUVERTE à TOUTE OUVERTURE
	mm	mm	cm	cm
00	90	16	15	6 × 9
0	120	20	18	9 × 12
1	150	26	24	12 × 16
2	180	32	30	13 × 18
3	210	37	35	16 × 21
4	240	42	39	18 × 24
5	270	47	42	21 × 17
6	300	52	45	24 × 30
7	360	63	50	29 × 34
8	420	73	64	30 × 40
9	480	84	74	40 × 50
10	600	104	85	50 × 60

L'*Unofocal* série II, *f*/6, de Stenheil, et celui de Beck jouis-

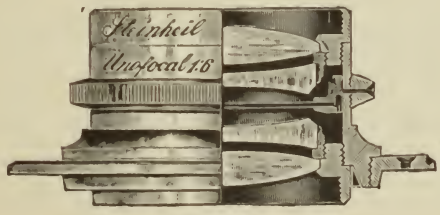

Fig. 34.

sent des propriétés générales des objectifs de la série I. Les instruments de la série II sont à lentilles divergentes assez rapprochées

de la convergente (*fig. 34 et 35*). Le principe de la construction est d'ailleurs le même dans les deux séries. Les dimensions de plaque nettement couvertes par les objectifs de la seconde série sont plus grandes; l'angle de champ atteint et dépasse 70° pour certains objec-

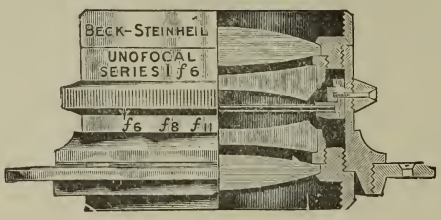

Fig. 35.

tifs de cette série, tandis qu'il arrive à peine à 60° pour les objectifs de la première. L'instrument dédoublé donne un objectif à paysage dont le foyer est deux fois plus long que celui obtenu par la combinaison des deux lentilles. La correction de l'aberration sphérique est fort bien réalisée dans l'objectif complet qui fournit un très bon élément positif pour le téléobjectif.

Unofocal Steinheil, série II, F : 6.

NUMEROS	FOYER	DIAMÈTRE DES LENTILLES	SURFACE COUVERTE à GRANDE OUVERTURE	SURFACE COUVERTE avec PETITS DIAPHRAGMES
	cm	mm	cm	cm
1	9	15	8,5 × 9	8 × 10,5
2	12	20	8 × 10,5	10 × 15
2*a*	13,5	22,5	9 × 12	12 × 16
3	15	25	11 × 15	13 × 18
4	18	30	10 × 18	16 × 21
5	21	35	15 × 20	18 × 24
6	25	41	18 × 24	21 × 27
7	30	50	21 × 27	24 × 30

Le *lumar*, série II, *f*/6, de Rodenstock est analogue aux objectifs

de la série I du même constructeur; l'angle d'image utilisable est de 65 à 80°.

Lumar, série II, F : 6.

NUMÉROS.	FOYER.	DIAMÈTRE DES LENTILLES.	FORMAT COUVERT A TOUTE OUVERTURE.
	mm.	mm.	cm.
1	90	16	6 × 9
2	120	21	9 × 12
2*a*	150	26,5	11 × 15
3	180	31,5	13 × 18
3*a*	210	37	15 × 21
4	240	42	18 × 24
5	300	52,5	24 × 30

Le double anastigmat de Gœrz, *Celor*, I : 6,3, série I *c*, ne diffère du *Celor*, I *b* que par le diamètre de l'ouverture. Ces objectifs sont spécialement construits pour les appareils à main, la stéréoscopie, etc.

Double anastigmat Gœrz, Celor, série I *c*, F : 1, 6,3.

NUMÉROS	DISTANCE FOCALE	SURFACE COUVERTE	
		GRANDE OUVERTURE	PETIT DIAPHRAGME
	mm	cm	cm
00	90	6 × 9	7 × 9
0	120	9 × 12	10 × 12,5
1	150	10 × 15	12 × 16
2	180	13 × 18	14 × 20
3	210	16 × 20	17 × 21
4	240	18 × 23	20 × 25
5	270	20 × 25	21 × 27

§ 3. — Objectifs de diamètre compris entre *f*/6,3 et *f*/10.

1790. Objectifs de diamètre supérieur à *f*/7. — Les objectifs de cette luminosité sont les plus employés par les amateurs; ils possèdent, en effet, une rapidité d'action suffisante pour la plupart des instantanées, et la profondeur de champ réalisée par cette ouverture permet d'obtenir des effets très artistiques. On construit ces instruments avec des combinaisons donnant quatre, six ou huit surfaces réfléchissantes.

Les *Anastigmats symétriques* de Demaria admettent une ouverture de *f*/6,8. Ils sont formés de deux combinaisons chacune comportant trois verres collés; ils sont de tous points comparables ou supérieurs aux anastigmats des meilleurs opticiens[1].

Le *Dagor* de Gœrz est un perfectionnement du double anastigmat

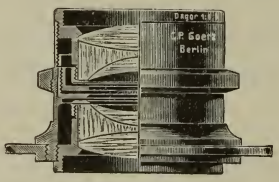

Fig. 36.

de ce constructeur; il est formé de deux combinaisons à trois verres collés et admet une ouverture *f*/6,8; ces objectifs (*fig. 36*) sont à juste titre universellement réputés.

Les collinéaires de Voigtlaender (*fig. 37*), les orthostigmat Steinheil,

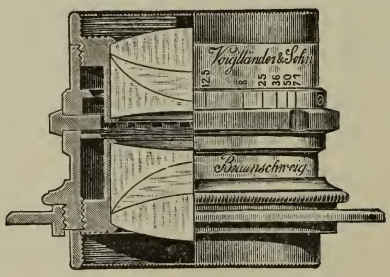

Fig. 37.

série B, I : 6,8, sont des anastigmats symétriques à six lentilles

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1904, p. 355.

(*fig. 38*) et quatre surfaces réfléchissantes; ils doivent être classés parmi les meilleurs anastigmats universels.

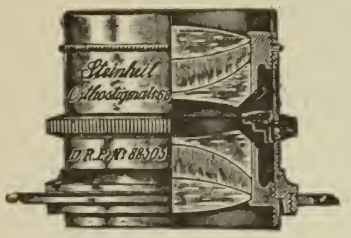

Fig. 38.

Orthostigmat série B, F : 6,8.

NUMÉROS	FOYER	DIAMÈTRE DES LENTILLES	SURFACE COUVERTE à TOUTE OUVERTURE	SURFACE COUVERTE avec PETITS DIAPHRAGMES
	cm	mm	cm	cm
00	5,4	8	4 × 5	6 × 8
0	7,5	11	5 × 7	7 × 10
1	9	14	6,5 × 9	9 × 12
2	10,5	16	8 × 10,5	10 × 15
3	12	18	9 × 12	12 × 16
3 *a*	13,5	20	10 × 12,5	13 × 18
4	15	22	11 × 15	16 × 21
5	18	27	13 × 18	18 × 24
6	21	31	15 × 20	21 × 27
7	24	36	18 × 24	24 × 30
8	28	41	21 × 27	28 × 35
9	36	53	24 × 30	40 × 50
10	48	72	30 × 40	50 × 60
11	60	90	40 × 50	60 × 70

Le Combinar de Reichert (*fig. 39*) est formé par la combinaison de deux anastigmats à paysages comportant chacun quatre verres collés ; chacune de ces combinaisons prise isolément constitue un objectif à

paysages donnant des images très brillantes et pouvant travailler avec l'ouverture *f*/12,5, ce qui permet d'opérer instantanément en utilisant de bonnes plaques. Le diamètre du cercle de netteté de

Fig. 39.

l'image est sensiblement égal au foyer de l'objectif; en diaphragmant, on augmente le champ de netteté. La plaque peut être de dimensions plus grandes, mais la distorsion apparaît sur les bords. Ce défaut

Combinar de Reichert, série I*a*, 1 : 6,3.

NUMÉROS	FOYER	SURFACE COUVERTE A TOUTE OUVERTURE
	mm.	cm.
2	100	6 × 10
4	120	9 × 12
6	150	12 × 15
8	180	13 × 18
10	210	16 × 21
12	240	18 × 24
14	270	21 × 26
16	300	24 × 30

n'existe pas dans le doublet symétrique formé des deux lentilles à quatre verres collés : cet objectif constitue un grand angulaire pouvant être utilisé pour tous les travaux photographiques. La disposition symétrique des lentilles supprime complètement la déformation de l'image qui reste plane sur une très grande étendue. Le crown lourd à la baryte est utilisé pour la construction de cet

objectif, ce qui rend à peu près impossible la production de lentilles sans bulles : ce défaut n'a, d'ailleurs, aucune influence au point de vue pratique, la perte de lumière qui en résulte est insignifiante. Ce type d'objectif n'est pas absolument nouveau, mais il est remarquablement exécuté par l'opticien Reichert qui, depuis longtemps, s'est rendu célèbre par la construction de microscopes, d'objectifs apochromatiques très estimés, des micrograpes et d'accessoires divers établis avec une grande précision.

L'*Octanar* de Simon, à Dresde, est constitué aussi par huit lentilles (*fig. 40*) disposées symétriquement[1]. La combinaison antérieure

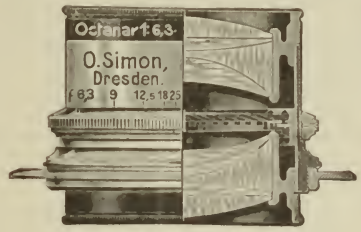

Fig. 40.

Octanar, F : 6,3.

NUMÉROS	FOYER	DIAMÈTRE des LENTILLES	SURFACE COUVERTE à TOUTE OUVERTURE	SURFACE COUVERTE AVEC DIAPHRAGME F : 50.
	mm	mm	cm	cm
00	90	13	6 × 9	9 × 12
0	120	17,5	9 × 12	12 × 16
1	150	21,5	12 × 15	13 × 18
2	180	26,0	13 × 18	18 × 24
3	210	30,5	16 × 21	21 × 27
4	240	34,7	18 × 24	24 × 30
5	270	39	21 × 27	29 × 34
6	300	43,5	24 × 30	30 × 40
7	360	52	29 × 34	35 × 45
8	420	61	30 × 40	40 × 50
9	500	72	40 × 50	50 × 60

1. Brevet allemand, n° 168977.

et la combinaison postérieure sont formées par quatre verres collés : à toute ouverture, soit *f*/6,3, l'angle de champ est de 70° ; il atteint 85° avec de petits diaphragmes. La lentille postérieure, employée seule, constitue un bon anastigmat à paysages admettant une ouverture *maxima* de *f*/12,5.

Le *Plastigmat* de Bausch et Lomb est un instrument du même genre, formé de deux combinaisons à quatre verres collés ; il permet l'emploi de chacune des combinaisons qui le constituent comme objectif à paysage ; il en est de même du *Pantoplan* de Gœrz.

Le *Linéar* de Rietszchel, série C, admet l'ouverture *f*/6,8 pour les numéros 000 à 5 ; du numéro 5 au numéro 11, l'ouverture est réduite à *f*/7. Les propriétés de cet objectif sont celles d'un anastigmat uni-

Linear, série C, F : 6,8 à F : 7.

NUMÉROS	FOYER	DIAMÈTRE des LENTILLES	SURFACES COUVERTES		
			PLEINE ouverture.	DIAPHRAGME F : 16.	DIAPHRAGME F : 42.
	mm	mm	cm	cm	cm
000	60	10	6 × 6	6 × 9	7 × 9
00	90	16	6 × 9	9 × 12	12 × 15
0	120	16	9 × 12	12 × 15	13 × 18
1	150	23	12 × 16	16 × 21	18 × 24
2	180	27	13 × 18	18 × 24	21 × 27
3	210	31	16 × 21	21 × 27	24 × 30
4	240	35	18 × 24	24 × 30	30 × 36
5	270	40	21 × 27	30 × 36	30 × 40
6	300	44	24 × 30	35 × 40	40 × 50
7	360	53	30 × 36	40 × 50	50 × 60
8	480	70	40 × 50	50 × 60	60 × 70
9	600	86	50 × 60	60 × 70	80 × 90
10	750	108	60 × 70	70 × 80	100 × 120
11	900	130	70 × 80	100 × 120	120 × 150

versel rapide ; son ouverture est plus petite que celle des linéar des séries A et B, mais la surface couverte est plus considérable. Les diverses combinaisons antérieures ou postérieures peuvent être com-

binées de façon à produire des trousses d'un emploi fort commode, et cela dans chacunes des séries A, B, C. Si l'on réunit, par exemple, une moitié de l'objectif de 90 millimètres de foyer avec une autre de 120 millimètres, le foyer réalisé sera la moyenne des deux longueurs focales conjuguées. L'objectif double aura un foyer de 105 millimètres, et chacune des lentilles qui le constituent pouvant être employée isolément, on réalisera ainsi une trousse de trois foyers; avec une lentille additionnelle, on pourra obtenir trois nouveaux foyers, ce qui suffit presque toujours.

Le *Planastigmat* de O. Sichel, à Londres (*fig. 41*), est un objectif construit sur les mêmes principes et présentant des dispositions ana-

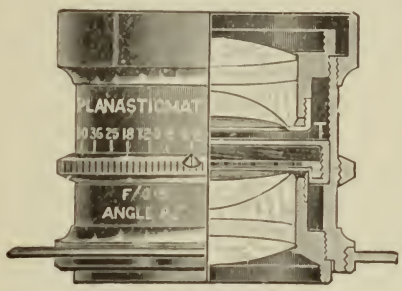

Fig. 41.

logues, mais pas de surfaces planes[1]. L'angle de champ est de 80°, et l'ouverture *f*/6,8.

Parmi les objectifs à six surfaces réfléchissantes, le *Tessar* de Zeiss est l'un des plus employés pour les chambres à main. Il est formé de

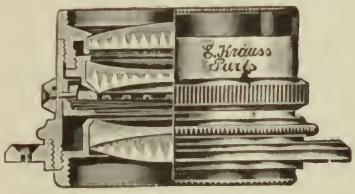

Fig. 42.

deux combinaisons (*fig. 42*) : la partie antérieure est dialytique; elle est constituée par une lentille convergente séparée par une lame d'air d'avec une lentille divergente; la partie postérieure est formée

1. Eder, *Jarbuch für Photographie*, 1905, p. 249.

d'une lentille biconcave collée à une lentille biconvexe. Les deux objectifs ne sont pas corrigés pour être employés seuls; l'objectif ne doit donc jamais être dédoublé.

La luminosité de cet objectif est suffisante pour tous les cas, et la netteté des images qu'il fournit permet un agrandissement considé-

Tessar Krauss-Zeiss, série II*b*, 1 : 6,3.

NUMÉROS	FOYER	LONGUEUR DE TIRAGE	DIAMÈTRE des LENTILLES	SURFACE COUVERTE		DIAMÈTRE DU CHAMP AVEC PETITS DIAPHRAGMES	
				TOUTE OUVERTURE	GRANDS DIAPHRAGMES	CHAMP NET	CHAMP ÉCLAIRÉ
	mm.	mm.	mm.	cm.	cm.	cm.	cm.
0	40	32	7	2,5 × 2,5	4 × 4	6	7
1	56	48	9,5	3,5 × 3,5	6 × 6	8,5	10
2	84	73	14	6 × 6	6,5 × 9	13	15
2 bis	90	78	15	7 × 7	8 × 9	14	16
3	112	102	19	6,5 × 9	8 × 10	17	20
4	136	124	22,5	9 × 12	10 × 13	20	24
4 bis	145	129	23	9 × 12	11 × 14	21	25
5	155	140	25	10 × 13	12 × 15	22	26
5 bis	180	165	31	12 × 16	13 × 18	26	30
6	210	188	35	13 × 18	13 × 21	31	36
7	255	235	42	13 × 21	16 × 21	38	44
8	305	—	51	16 × 21	18 × 24	44	50
9	365	—	61	18 × 24	21 × 26	53	60
10	490	—	82	24 × 30	35 × 45	71	78
11	590	—	94	30 × 40	40 × 50	85	93

rable; c'est l'un des objectifs les mieux corrigés qui aient été construits. Avec un instrument de 145 millimètres de distance focale on peut garantir la netteté au cinquantième de millimètre sur l'étendue de la plaque 9 × 12. A toute ouverture, le champ est absolument plan et dépourvu de toute trace d'astigmatisme. Les tessars achromatiques forment une série comprenant quatorze foyers différents de 40 à 590 millimètres.

Les objectifs à huit surfaces sont établis sur un type assez uniforme; le plus souvent, ils sont symétriques. La combinaison anté-

rieure, identique à la combinaison postérieure, est formée d'un verre biconvexe placé à faible distance d'un verre biconcave; le diaphragme se place entre les deux; la combinaison postérieure seule peut, avec petit diaphragme, être utilisée comme objectif complet pour le paysage; la distance focale est d'environ le double de celle de l'objectif entier. Ce genre d'objectif est construit par Gœrz, sous le nom de *Syntor f*/6,8; par Steinheil, par Beck, sous le nom de *Unofocal;* par Reichert, sous le nom de *Solar*, etc.

Le *Syntor* de Gœrz[1] est semblable au *Celor* du même construc-

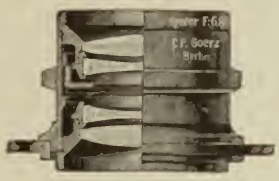

Fig. 43.

teur. Il est exempt de distorsion, d'aberration sphérique et d'astigmatisme; il admet une ouverture de *f*/6,8, et ses faibles dimensions

Double anastigmat Gœrz, Syntor, série I *d*, F : 6,8

NUMÉROS	DISTANCE FOCALE	SURFACE COUVERTE
	mm	cm
0	120	9 × 12
1	150	12 × 15
2	180	13 × 18
3	210	16 × 21

(*fig. 43*) le rendent d'un emploi fort commode pour les appareils à main.

Le *Solar* de Reichert est identique au *Syntor* de Gœrz; il a été

1. Brevet allemand, n° 109283.

construit par Reichert, à Vienne, antérieurement à la demande du brevet Gœrz. Cet objectif donne une image particulièrement nette au

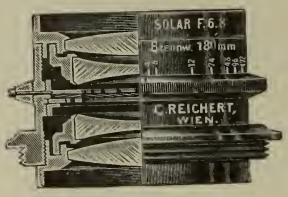

Fig. 44.

centre de la plaque. Le crown à la baryte n'entre pas dans la construction de cet instrument. Ce verre, d'un prix élevé, est légèrement jaunâtre et renferme souvent des stries et des bulles qui le font rejeter. Les verres employés dans la construction du *Solar* sont des

Solar de Reichert, F : 6,8.

NUMÉROS	FOYER	SURFACE COUVERTE
	mm.	cm.
0	120	9 × 12
1	150	12 × 16
2	180	13 × 18
3	210	16 × 21

verres ordinaires, très résistants et d'une grande transparence, ce qui fait que la perte par absorption est plus faible dans cet objectif que dans ceux qui contiennent le crown à la baryte lourd, présentant toujours une légère coloration.

1791. Modifications des anciens objectifs. — L'emploi des nouveaux verres utilisés pour les combinaisons nouvelles a permis d'apporter de sérieuses modifications aux anciens types d'aplanats, rectilignes, etc. L'aberration sphérique et la courbure du champ sont mieux corrigées qu'elles ne l'étaient dans les types primitivement établis. On a pu augmenter aussi dans de larges limites le diamètre

des lentilles et réaliser des aplanats pour portraits qui, pour les épreuves de grandes dimensions, donnent des images homogènes.

Toutes les fois que l'amplitude du champ n'est pas indispensable à l'effet artistique, l'emploi de l'aplanat est à recommander. Presque tous les bons constructeurs livrent actuellement des aplanats dont le champ angulaire de 35 à 40° est fort bien corrigé pour les besoins de la pratique; l'ouverture de ces aplanats est, en général, comprise entre *f*/6 et *f*/9.

1792. Objectifs de diamètre inférieur à *f*/6,8. — Les objectifs d'ouverture comprise entre *f*/7 et *f*/8,6 présentent l'avantage de donner une grande profondeur de champ; cette propriété les rend précieux pour le travail par faible lumière. On les construit dans presque tous les systèmes, et grâce à la clarté peu exagérée qu'ils possèdent, ils donnent des images remarquablement nettes, les aberrations étant fort bien corrigées dans ces systèmes de lentilles.

Les *Hémi-anastigmats* de Rodenstock sont des objectifs à deux combinaisons, chacune de deux verres collés, bien corrigés des aberrations sphériques et chromatiques, exempts de distorsion, mais dans lesquels la correction anastigmatique est loin d'être réalisée aussi bien que dans les anastigmats. Ces objectifs constituent un type intermédiaire entre l'aplanat et l'anastigmat. Par suite de la simplicité de construction, ils peuvent être livrés à bas prix; ils ne comptent que quatre surfaces réfléchissantes et donnent des images très brillantes.

Le *Périplan* de Leitz est un anastigmat à cinq lentilles, d'ouver-

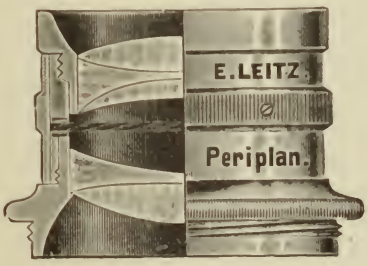

Fig. 45.

ture *f*/7,7 et dont le champ de netteté, avec petits diaphragmes, dépasse 90°. La combinaison antérieure (*fig. 45*) est formée de trois verres collés; elle est rapprochée du diaphragme qui le sépare de la

combinaison postérieure; cette dernière est formée d'un ménisque divergent collé à une lentille biconvexe. Les deux combinaisons ont une faible épaisseur, ce qui, joint au nombre très restreint des surfaces réfléchissantes, contribue à augmenter le brillant de l'image et la rapidité de l'objectif. La correction astigmatique est bien réalisée

Périplan, F : 7,7.

NUMÉROS	FOYER	DIAMÈTRE des LENTILLES	SURFACE COUVERTE à TOUTE OUVERTURE
	mm	mm	cm
1	90	12	8 × 10
2	120	16	9 × 12
3	150	20	12 × 16
4	180	24	13 × 18
5	210	28	16 × 21
6	240	32	18 × 24

dans cet objectif; à pleine ouverture, l'angle de champ est voisin de 72°, ce qui rend cet instrument très précieux pour la photographie instantanée. La simplicité de sa construction fait que cet objectif peut être livré à un prix notablement inférieur à celui des anastigmats de presque tous les bons constructeurs. Les lentilles de cet objectif ne peuvent pas être employées séparément, car les diverses corrections nécessitent pour être réalisées l'emploi simultané de la combinaison antérieure et de la combinaison postérieure. Les verres qui entrent dans la composition de cet objectif sont les suivants :

Combinaison antérieure.

Lentille biconvexe en crown dense : $n_D = 1{,}61$;
Lentille biconcave en flint léger : $n_D = 1{,}55$;
Ménisque convergent en crown léger : $n_D = 1{,}50$.

Combinaison postérieure.

Lentille biconcave en flint léger : $n_D = 1{,}55$;
Lentille biconvexe en crown lourd : $n_D = 1{,}61$.

Les *Anastigmats* Demaria à cinq lentilles possèdent les propriétés générales du périplan et des meilleurs anastigmats.

Les *Collinéaires* de Voiglaender et les *Orthostigmats* de Steinheil sont des anastigmats universels d'une grande luminosité ; ils sont formés par deux combinaisons de trois lentilles collées et chaque combinaison est corrigée des aberrations sphériques, chromatiques et astigmatiques. Les orthostigmats sont *symétriques* s'ils sont formés de lentilles de même foyer ou *dissymétriques* s'ils sont formés de deux combinaisons de foyers différents : une trousse orthostigmatique peut facilement être constituée par trois combinaisons de foyers variés. L'ouverture des orthostigmats est différente suivant le genre de travaux auquel on les destine. La série B comprend les orthostigmats d'ouverture *f*/6,8 convenant à tous les travaux ; la

Fig. 16.

série D comprend les petits orthostigmats d'ouverture *f*/8 ; une autre série est celle des longs foyers *f*/10 pour reproductions en tous genres ; la série E, d'ouverture *f*/12, est celle des objectifs grands angulaires ; enfin, la série F est celle des orthostigmats apochromatiques destinés à la trichromie.

Dans la série B, l'ouverture est *f*/6,8 pour les petits objectifs ; elle n'est plus que *f*/7,7 pour les trois derniers numéros. Les numéros 00 et 0, nouvellement construits (B, p. 134), sont d'un très bon emploi pour les appareils stéréoscopiques de petit format.

Les objectifs de la série D donnent des images dont l'angle de champ est voisin de 80° ; la construction de cet objectif (*fig. 16*) est d'ailleurs à peu près la même que celle de l'orthostigmat série B. Watson et Sons, de Londres, livrent sous le nom d'*Holostigmats* d'excellents anastigmats à six verres d'ouverture *f*/4,6 à *f*/8.

Les *Homocentriques* D, série *f*/8 de Ross sont établis comme les objectifs de ce type, séries B et C : l'ouverture est plus réduite, de telle sorte que l'objectif est d'un emploi commode pour les chambres

à main ; c'est un très bon instrument pour vues, groupes, intérieurs, reproductions, etc. Avec un diaphragme moyen, les objectifs de cette série fonctionnent comme grands angulaires et donnent un champ de netteté et de lumière parfaitement uniforme. C'est, d'ailleurs, une particularité de construction de l'homocentrique, dans toutes les séries,

Orthostigmat, série D, F : 1,8.

NUMÉROS	FOYER	DIAMÈTRE DES LENTILLES	SURFACE COUVERTE à TOUTE OUVERTURE	SURFACE COUVERTE avec PETITS DIAPHRAGMES
	cm	mm	cm	cm
0	6	8	4 × 6	6 × 8
1	8,5	11	6,5 × 9	8 × 10,5
2	11,5	14,5	9 × 12	12 × 15
2 *a*	12,5	15,5	10 × 13	13 × 18
3	15	19	11 × 15	15 × 20
4	18	22,5	13 × 18	18 × 24
5	21	26,5	16 × 21	20 × 25
6	25	31,5	18 × 24	24 × 30

que le peu de sensibilité de l'objectif à l'action du diaphragme à partir d'une certaine limite ; il est inutile d'employer un diaphragme plus petit que *f*/16 : la surface nettement couverte atteint son maximum en employant cette ouverture ; de plus petits diaphragmes augmentent simplement la profondeur de champ et très peu la netteté de ce champ.

L'*Anastigmat Busch Omnar* (*fig. 47*) appartient aussi au type des objectifs symétriques composés de quatre lentilles non collées, associées deux à deux avec interposition d'une lame d'air. Chaque paire de lentilles est composée d'un flint de haute réfraction pour le verre négatif placé à l'intérieur et d'un crown de faible réfraction pour le verre positif extérieur. La clarté des objectifs de la série III est F/7,7. Les lentilles sont très rapprochées du diaphragme et ne laissent entre elles que l'espace nécessaire pour manœuvrer l'iris. La correction de l'aberration sphérique en dehors de l'axe et celle de la courbure du champ sont bien réalisées ; l'éclairage est régulier. La lentille d'arrière peut être utilisée comme objectif simple à paysage ;

la distance focale est à peu près le double de celle de l'objectif entier. Cet objectif présente au point de vue théorique un intérêt particulier[1] en ce que le constructeur a cherché à réaliser, sans recourir aux

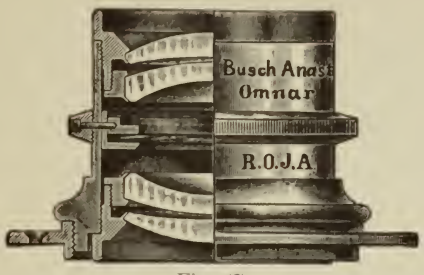

Fig. 47.

combinaisons anormales et aux nouveaux verres, la planéité anastigmatique de l'image en même temps qu'une bonne correction de l'aberration sphérique. Ce problème, qui paraît insoluble avec les combinaisons doubles à quatre verres collés, a été résolu ici de façon satisfaisante grâce à la séparation des lentilles. L'astigmatisme dans le nouvel instrument est bien corrigé et la surface focale est assez plane pour que la mise au point, étant faite un peu en dehors de l'axe, la courbure de cette surface ne soit plus gênante.

Le *Lumar f*/7,5 de Rodenstock (voir *fig. 20*) est un objectif présentant les dispositions générales de l'anastigmat de Busch.

Lumar, série I, F : 7.5.

NUMÉROS.	FOYER.	DIAMÈTRE DES LENTILLES.	SURFACE COUVERTE A PLEINE OUVERTURE.
	mm	mm	
1	90	13,5	6 × 9
2	120	18	9 × 12
2*a*	150	22,5	11 × 15
3	180	27	13 × 18
3*a*	210	31,5	15 × 21
4	240	36	18 × 24
5	300	45	24 × 30

1. Wallon, *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 531.

L'*Anastigmat Baryte* de Rietzschel est un objectif symétrique d'un prix réduit, mais de qualités comparables à celles des meilleurs anastigmats; la lentille antérieure ou postérieure de cet objectif employée seule constitue un excellent objectif simple de paysage ayant un foyer deux fois plus long que celui de l'objectif double. Ces lentilles isolées forment d'excellents anastigmats à paysages; combinées deux à deux, elles permettent d'obtenir de très bonnes trousses donnant une grande variété de foyers (six à huit) pour un même format de plaques (*fig. 48*).

Anastigmat Baryt, F : 7,5.

NUMÉROS	FOYER	DIAMÈTRE des LENTILLES	SURFACES COUVERTES	
			PLEINE OUVERTURE	PETIT DIAPHRAGME
	mm	mm	cm	cm
000	60	8,5	6 × 6	6 × 8
00	90	12	6 × 9	9 × 12
0	120	16	9 × 12	13 × 18
1	150	20	12 × 15	13 × 21
2	180	24	13 × 18	18 × 24
3	210	28	16 × 21	21 × 27
4	240	31	18 × 24	24 × 30
5	270	36	21 × 27	30 × 36
6	300	40	24 × 30	30 × 40
7	360	46	30 × 36	40 × 50
7 *a*	420	55	30 × 40	42 × 56
8	480	63	40 × 50	50 × 60

1793. Objectifs divers. — M. Morin a calculé[1], sous le nom de *Quadratique*, un objectif constitué par deux systèmes, symétriques par rapport au plan du diaphragme, et comprenant chacun deux lentilles séparées par une lame d'air, les courbures étant de signe contraire. Le quadratique est exclusivement composé de deux crowns; aucun flint n'entre dans sa composition. La forme extérieure du quadratique est celle d'un ménisque divergent. Pour réaliser les diverses corrections dans une combinaison de

1. *Mémoire du laboratoire d'essais de la Société française de photographie*, 1903.

ce genre, il faut renoncer à la condition de Clairaut. La nécessité d'employer des verres hygroscopiques pour établir cet objectif en a fait abandonner l'emploi.

La deuxième forme d'objectif quadratique établie par M. Morin résulte de l'emploi de deux combinaisons anormales, à deux verres collés, identiques et symétriquement disposés. Chacune d'elles affecte la forme générale d'un ménisque divergent. En général, tant que l'épaisseur ne dépasse pas une certaine limite, toute lentille plus épaisse au bord qu'au centre n'a pas de foyer réel et, par conséquent, ne donne pas d'image pouvant être reçue sur la glace dépolie.

Dans le nouveau quadratique, les épaisseurs axiales des lentilles et l'écartement sur l'axe des lentilles de combinaison sont entre eux dans le rapport de 1/2 et 1/4. Le rayon de courbure commun des surfaces collées donné par la condition de Clairaut est exactement égal à dix fois l'une des épaisseurs axiales lenticulaires. La condition relative aux rayons de courbure (valeur de la somme algébrique des rayons de courbure égale à 0) est presque remplie. Le foyer chimique de l'objectif est faible, il est en avant; mais, dans ce cas, la surface focale est très plane. Si l'on veut corriger complètement l'aberration chromatique au centre de l'image, l'astigmatisme persiste d'une façon très notable. La profondeur de champ de l'objectif est très grande, car l'aplanétisme n'est qu'approché. Les points nodaux sont très voisins l'un de l'autre.

Dans ces objectifs du type quadratique, il faut se résoudre à sacrifier un peu l'achromatisme théorique rigoureux et à tolérer un très léger foyer chimique, d'ailleurs pratiquement négligeable, ceci afin de pouvoir réaliser une ouverture plus grande.

La lentille employée dès l'année 1894 par M. Lacour dans la construction de l'eurygraphe anastigmatique *f*/7 avait la forme générale d'un ménisque. Elle était composée de deux verres collés, de type anormal, présentant, par conséquent, dans les matières, la même gradation d'indice que présentent les lentilles du quadratique[1].

Le *Stigmatic f*/7,5 de Dallmeyer est un excellent objectif à six

Fig. 48.

Fig. 49.

surfaces réfléchissantes : chacune des deux combinaisons peut être employée séparément; c'est donc un objectif universel (*fig. 49*).

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 241.

Stigmatic de Dallmeyer, F/7,5.

NUMÉROS	FOYER	DIAMÈTRE DES LENTILLES	SURFACE COUVERTE	
			TOUTE OUVERTURE	DIAPHRAGME *f*/16
	mm	mm	qm	cm
1 *AA*	76	14	6,2 × 5	11 × 8
1 *A*	101	15	8,8 × 6,2	12,5 × 10
1	122	19	11 × 8	19 × 12
2	152	22	12,5 × 10	20 × 12,5
3	209	30	16,5 × 12	21,5 × 16,5
4	240	35	20 × 12,5	25,5 × 20
5	278	40	21,5 × 16,5	30,5 × 20,5
6	329	46	25,5 × 20	38 × 30,5
7	399	60	30,5 × 20,5	46 × 40,5

Les *Linéar* *f*/7 à *f*/7,5 de Rietzchel existent en plusieurs séries comme nous l'avons vu; ces objectifs sont composés de deux couples de quatre lentilles collées et constituent des objectifs universels; à l'aide des lentilles séparées on peut établir des trousses (*fig. 50*).

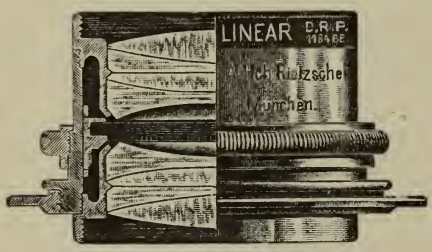

Fig. 50.

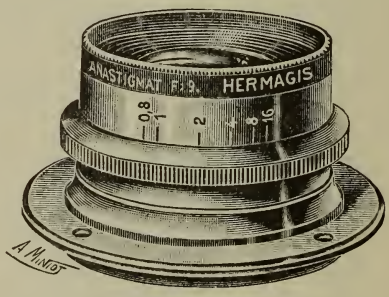

Fig. 51.

L'*Anastigmat* *f*/9 d'Hermagis (*fig. 51*) est un objectif composé de quatre lentilles : ces lentilles sont collées deux à deux et destinées aux appareils de petit format à partir du 13 × 18. Cet anastigmat est bien corrigé pour un champ angulaire de 95°.

Anastigmats Hermagis, 1 : 9.

NUMÉROS	FOYER	DIAMÈTRE des LENTILLES	SURFACE NETTEMENT COUVERTE A		
			F : 9	F : 14	F : 40
	mm.	mm.	cm.	cm.	cm.
7	210	30	10 × 18	15 × 21	24 × 30
7 *bis.*	170	24	12 × 16	13 × 18	18 × 24
8	140	20	9 × 12	12 × 16	15 × 21
8 *bis.*	125	17	8 × 10	9 × 12	13 × 18
9	110	15	6,5 × 9	8 × 10	12 × 16
9 *bis.*	95	13	7 × 7	8 × 9	11 × 15
10	80	11	6 × 6,5	6,5 × 9	10 × 13
10 *bis.*	75	10	6 × 6	7 × 8	9 × 12

Les *Métaplanats* de Busch, les *double-Aplanats*, les *bi-Planats* de Beck, les *Lynkeioscopes*, *Paraplanat* rapide de Gœrz, *Rapid-aplanat* de Rodenstock sont des objectifs d'ancienne forme, d'un prix relativement réduit, et qui donnent de très bonnes images lorsque la grandeur de l'angle de champ ne nécessite pas l'utilisation des anastigmats.

Dans la série des objectifs de diamètre inférieur à *f*/10 il existe diverses séries d'objectifs apochromatiques. Ces instruments sont surtout employés pour la photographie trichrome ; la correction de l'achromatisme est réalisée d'une façon toute spéciale dans ces objectifs, ce qui en fait une catégorie à part, destinée à être utilisée pour des travaux spéciaux.

§ 4. — Objectifs de diamètre compris entre *f*/10 et *f*/14.

1794. Objectifs à paysage. — Les objectifs désignés sous le nom d'objectifs à paysage possèdent le plus souvent une ouverture inférieure à *f*/10 et sont constitués par des lentilles dites *simples*, mais, en réalité, composées de plusieurs verres collés au baume, ou disposés à faible distance les uns des autres. Les moitiés de la plu-

part des anastigmats constituent de bons objectifs à paysages d'ouverture *f*/10, *f*/12,5 *f*/15, *f*/25, etc.

Lorsque les objectifs sont combinés, c'est-à-dire lorsqu'ils sont formés de deux combinaisons symétriques ou non, ils prennent souvent le nom de *grands-angulaires :* l'augmentation de l'angle de champ est obtenue aux dépens de la clarté quand l'angle dépasse 90°.

Lorsque l'angle de champ doit être inférieur à 90°, la combinaison de deux objectifs lumineux pour paysages fournit un objectif de grande clarté. C'est ainsi que Gœrz[1] a tout récemment construit une

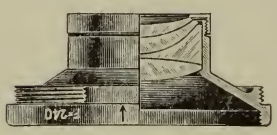

Fig. 52.

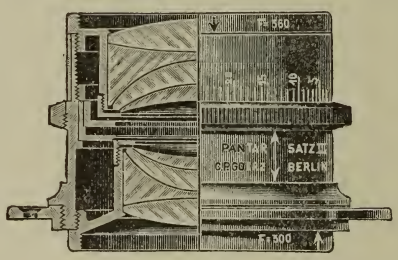

Fig. 53.

nouvelle série d'objectifs simples pouvant être associés deux par deux (*fig. 50*). L'ouverture maxima de ces objectifs est *f*/12,5. Toutes les corrections sont bien réalisées par un angle de champ de 40°.

Pantar de Gœrz, objectifs simples, F : 12,5.

NUMÉROS	FOYER	DIMENSIONS COUVERTES POUR VUES	
		A TOUTE OUVERTURE	PETITS DIAPHRAGMES
	cm.		
1	15	9 × 12	12 × 16
2	18	10 × 12,5	13 × 18
4	24	13 × 18	16 × 21
6	30	16 × 21	18 × 24
7	36	21 × 27	24 × 30
7*a*	42	24 × 30	27 × 35
8	48	27 × 35	30 × 36

1. Eder, *Jarbuch für Photographie*, 1905, p. 55.

En combinant deux à deux ces objectifs, on obtient les instruments désignés sous le nom de *Pantar* : la clarté est *f*/6,3 quand ils sont composés de deux lentilles symétriques; elle est *f*/6,8 et *f*/7,2 quand les lentilles sont de foyers différents (*fig. 53*).

A l'aide de ces objectifs à paysages, on peut établir des trousses qui pour le 9 × 12 comportent deux lentilles de 24 centimètres de foyer, une de 18, une de 15 centimètres; pour le format 10 × 15, la trousse est formée de deux lentilles de 30 centimètres, une de 24, une de 18; pour le 13 × 18, deux lentilles de 36, une de 30, une de 24; enfin, la trousse 18 × 24 comporte deux lentilles de 48, une de 42, une de 36.

Les lentilles *Combinar* de Reichert, les *Holostigmats* de Watson à trois verres permettent aussi l'établissement des trousses.

Combinar de Reicher, série II, F : 12,5.

NUMÉROS	FOYER	SURFACE COUVERTE
	mm.	cm.
1	208	9 × 12
2	260	12 × 15
3	312	13 × 18
4	364	16 × 20
5	416	21 × 26

Toutes ces trousses rentrent dans la catégorie des meilleurs instruments universels que puisse employer l'amateur ou le professionnel.

L'emploi de ces objectifs grands-angulaires est souvent indispensable pour la reproduction des monuments rapprochés. Avec certains objectifs, nécessitant l'utilisation de petits diaphragmes par suite de corrections incomplètement réalisées, on obtient des images plates manquant de relief. Ce défaut n'est pas particulier aux objectifs grands-angulaires; on peut admettre que tout objectif dont le diaphragme est inférieur au trentième de la distance focale fournit presque toujours des images qui laissent à désirer sous le rapport du brillant, du rendu des nuages, de l'air dans le tableau, etc.

La fabrication de ces objectifs grands-angulaires est difficile et il n'est qu'un petit nombre d'opticiens qui l'ait abordée avec succès. A ces difficultés de fabrication viennent s'ajouter des difficultés d'emploi : il est à peu près impossible d'utiliser ces objectifs avec des chambres noires qui ne sont pas correctement construites. La planchette porte-objectif et la glace dépolie doivent être rigoureusement parallèles de facon à assurer la perpendicularité de l'axe de l'objectif sur la plaque sensible. La chambre noire doit être munie d'un soufflet carré ou rectangulaire, et lorsqu'elle est presque complètement fermée, le soufflet, par la tension de ses plis, ne doit pas détruire le parallélisme du corps d'avant avec le corps d'arrière. Il est peu d'appareils à main à mise au point variable qui satisfassent à cette condition.

1795. Objectifs à quatre surfaces réfléchissantes. — Les périgraphes anastigmatiques à très grand angle, établis récemment par Lacour, constituent les grands angulaires qui réalisent le mieux les conditions générales d'emploi que l'on demande à ces objectifs. Pour le format stéréoscopique, cet habile opticien a calculé un nouveau périgraphe formé de deux combinaisons de trois verres collés ; la distance focale est d'environ 35 millimètres et le champ de netteté dépasse notablement 105°. Ces objectifs doivent être utilisés avec des chambres noires à foyer fixe, très solidement établies. La mise au point doit être faite avec la plus grande précision et l'axe de l'objectif doit constamment rester perpendiculaire à la glace dépolie. Ces grands-angulaires sont les meilleurs que l'on puisse employer pour les petits formats stéréoscopiques lorsqu'il est indispensable d'utiliser un objectif à grand angle ; ils sont très utiles pour obtenir des panoramas dans le format des diapositives pour projections.

Pour les applications à la photogrammétrie, à l'anthropométrie, M. Lacour a calculé un type de trousse anastigmatique destinée à être utilisée avec une chambre noire, à tirage constant, pour plaque de 30×30 centimètres. La trousse est formée de cinq lentilles isolément corrigées. La lentille postérieure reste constamment la même ; la lentille antérieure seule assure le changement de distance focale. Ces lentilles sont à trois verres collés et du type antérieurement adopté par M. Lacour. Le champ utilisable est, dans tous les cas, de 115° ; comme on n'a besoin que de 109°, il est encore possible, dans les cas extrêmes, de recourir au décentrement. Le diamètre d'ouver-

ture utile est aux environs de *f*/14 et le champ présente une remarquable uniformité d'éclairement[1].

M. Steinheil a établi un orthostigmat grand-angulaire, formé de deux combinaisons à trois verres collés et admettant un angle de

Fig. 54.

champ voisin de 100°. L'ouverture maxima de cet objectif est égale à *f*/11,3 pour les petits objectifs, *f*/12 pour les autres, et avec cette ouverture le champ de netteté est voisin de 90°; avec un éclairage favorable, il peut servir pour obtenir des instantanées (*fig. 54*).

Orthostigmat Steinheil, série E, F : 12.

NUMÉROS	FOYER	DIAMÈTRE DES LENTILLES	DIAMÈTRE DU CHAMP ROND	SURFACE COUVERTE
	cm	mm	cm	cm
1	7,5	6,5	19	9 × 12
2	10,5	9	25	13 × 18
3	15	13	34	18 × 24
4	20	17	44	24 × 30
5	26	22	54	30 × 40

Berner[2] a récemment terminé la construction d'un anastigmat à deux combinaisons de quatre verres collés qu'il a appelé *Orthoscope;* l'angle de champ est de 105° et l'ouverture égale à *f*/12.

La maison Voigtlaender a construit un nouveau collinéaire d'ouverture *f*/12,5 et assez semblable à l'orthostigmat *f*/12 de Seinheil.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1905. — 2. Eder, *Jarbuch für Photographie*, 1905, p. 249.

Nouveau collinéaire, série IV, F : 12,5.

FOYER	DIAMÈTRE DES LENTILLES	SURFACE COUVERTE avec GRANDS DIAPHRAGMES	SURFACE COUVERTE avec PETITS DIAPHRAGMES
cm	mm	cm	cm
10	8	9 × 12	12 × 13
12	10	10 × 13	13 × 18
15	12	12 × 16	16 × 21
20	16	16 × 21	21 × 27
25	21	18 × 24	24 × 30
32	26	21 × 27	27 × 35
44	35	24 × 30	30 × 40
58	46	30 × 36	50 × 60
80	65	36 × 40	60 × 70

§ 5. — Objectifs de diamètre inférieur a *f*/14.

1796. Anastigmats grands-angulaires. — Les anastigmats grands-angulaires, de diamètre inférieur à *f*/14, sont des objectifs symétriques : on évite ainsi la distorsion, ce qui est une qualité indispensable à tout objectif destiné à reproduire des vues de monu-

Fig. 55.

ments, intérieurs, etc. Parmi ces objectifs, l'un de ceux qui ont été récemment établis est l'*Anastigmat-Pantoscope*, d'E. Busch. Les anciens pantoscopes donnaient des images sans distorsion, mais présentant quelquefois le défaut de la *tache centrale*, de plus l'astigma-

tisme n'était pas corrigé. Dans les nouveaux types d'instrument (*fig.* 55) cette aberration n'existe plus; l'ouverture maxima est de *f*/22. Ce sont d'excellents objectifs pour obtenir des négatifs de vues panoramiques; on les emploie avec succès pour les épreuves photogrammétriques.

Anastigmats Pantoscopes Busch, F : 22.

NUMÉROS	FOYER	DIAMÈTRE des LENTILLES	DIAMÈTRE de L'IMAGE	SURFACE COUVERTE F : 50.
	mm	mm	mm	
1	60	8	115	7 × 9
2	90	12,5	185	9 × 16
3	140	18	300	16 × 24
4	185	27	385	30 × 40
5	245	39,5	500	32 × 46
6	370	60	800	50 × 60
7	550	89	1200	70 × 100

§ 6. — OBJECTIFS APOCHROMATIQUES.

1797. Objectifs d'ouverture supérieure à *f*/10. — Lorsque la correction de l'aberration chromatique est très bien réalisée et que la valeur de l'aberration sphérique est faible, les objectifs peuvent être utilement employés pour les travaux de photographie en trois couleurs. Zeiss a construit, sous le nom d'*Apo-planar f*/6,3, une série d'objectifs fort bien corrigés, donnant des images très fines, susceptibles de fournir de bons négatifs pour l'agrandissement ou la projection; en dehors des travaux de trichromie, ces instruments peuvent être utilisés comme objectifs universels lumineux.

Lorsque la distance focale est inférieure à 30 centimètres et que la correction chromatique est bien réalisée pour deux couleurs, les négatifs obtenus au travers des trois écrans donnent des images de mêmes dimensions et qui, par suite, sont superposables. Il n'en est

plus de même pour les objectifs à long foyer : il faut réaliser l'achromatisme pour trois couleurs. Les objectifs apochromatiques ont, en

Apo-planar, F : 6,3.

NUMÉROS	FOYER	TIRAGE	DIAMÈTRE des LENTILLES	SURFACE COUVERTE		DIAMÈTRE du CERCLE ÉCLAIRÉ
				TOUTE OUVERTURE	DIAPHRAGMES MOYENS	
	mm.	mm.		cm.	cm.	cm.
22	72	63	12,5	5 × 5	6 × 9	11,5
23	110	101	19	6 × 9	9 × 12	16,5
24	133	120	22,5	8 × 10	10 × 13	19
24 bis.	142	125	23,5	9 × 12	12 × 16	21,5
25	152	136	25,5	10 × 13	13 × 17	24
26	206	186	35,5	13 × 18	16 × 21	28
28	305	270	51	16 × 21	21 × 26	38

général, une distance focale supérieure à 30 centimètres. Voigtlaender a construit récemment un *collinéaire* apochromatique d'ouver-

Collinéaire apochromatique de Voigtlaender et Fils, F : 9

FOYER	DIAMÈTRE DES LENTILLES	SURFACE COUVERTE AVEC DIAPHRAGME F : 18	
		A GRANDEUR ÉGALE	RÉDUCTIONS
cm.	mm.		
20	26	18 × 24	13 × 21
30	34	26 × 31	18 × 24
42	47	36 × 45	24 × 30
50	56	40 × 50	30 × 40
60	67	50 × 60	40 × 50
70	78	55 × 65	45 × 55
80	89	60 × 70	50 × 60
100	111	70 × 80	60 × 70

ture *f*/8 pour une distance focale de 20 centimètres ; les autres objectifs de cette série, jusqu'à un mètre de distance focale, admettent une

ouverture de *f*/9. Ces objectifs sont précieux pour la production de négatifs tramés et surtout de négatifs destinés aux tirages en trois couleurs. L'objectif de ce système se compose de deux combinaisons comprenant chacune trois verres collés; il n'a donc que quatre surfaces réfléchissantes. L'épaisseur des verres est assez considérable.

Tout récemment, Steinheil a établi un orthostigmat apochromatique d'ouverture *f*/9 et qui ressemble beaucoup à l'orthostigmat *f*/10 (*fig. 56*). Cet apochromatique[1], spécialement établi pour la trichromie,

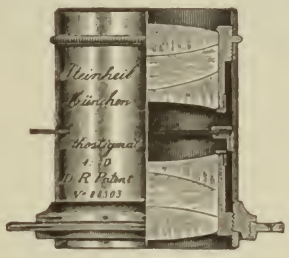

Fig. 56.

donne les trois négatifs absolument identiques. Par l'emploi de nouveaux verres, la coïncidence des foyers pour les rayons rouge, jaune et bleu est réalisée à un très haut degré. L'objectif peut, d'ailleurs, servir pour tous les autres travaux de reproduction.

Orthostigmat apochromatique, série F, F : 9.

NUMEROS	FOYER	DIAMÈTRE DES LENTILLES	SURFACE COUVERTE	
			Reproduction GRANDEUR ÉGALE	POUR RÉDUCTIONS
	cm	mm	cm	cm
1	36	40	30 × 40	24 × 30
2	48	53	40 × 50	30 × 40
3	60	67	50 × 60	40 × 50
4	75	84	60 × 70	50 × 60
5	90	100	70 × 80	60 × 70

1. Brevet allemand, n° 88505; les collinéaires apochromatiques sont protégés par le même brevet.

Les *Planars apochromatiques* (*fig.* 57), de même que les *Tessar*

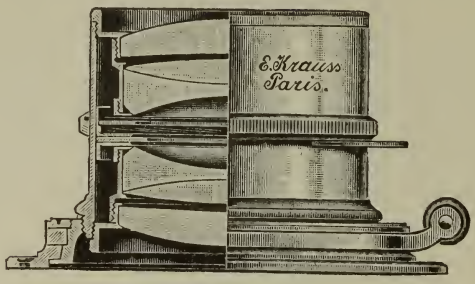

Fig. 57.

apochromatiques (*fig. 58*), donnent des images extrêmement nettes sur des surfaces de très grandes dimensions; l'ouverture est très considé

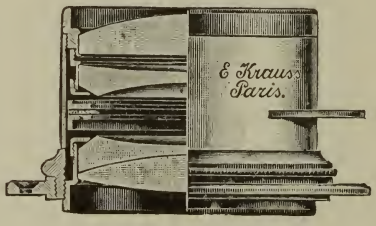

Fig. 58.

rable, voisine de *f*/10 pour des distances focales de 1 mètre : ceci est important pour les reproduction faites par le procédé du collodion humide.

Tessar apochromatique.

NUMÉROS	FOYER	DIAMÈTRE des LENTILLES	OUVERTURE relative MAXIMA	SURFACE COUVERTE reproduction A GRANDEUR ÉGALE
	mm.	mm.		cm.
1	460	51	1 : 10	35 × 45
2	640	71	1 : 10	50 × 60
3	840	82	1 : 10,3	70 × 80
4	1170	94	1 : 12,5	80 × 90
5	1800	120	1 : 15	120 × 150

Planar apochromatique.

NUMÉROS	FOYER	DIAMÈTRE des LENTILLES	OUVERTURE RELATIVE maxima.	SURFACE COUVERTE REPRODUCTION en grandeur égale.
	mm	mm		cm
11	417	63	1 : 7,2	35 × 45
12	590	84	1 : 7,2	45 × 55
12 *bis.*	590	73	1 : 9	45 × 55
13	800	84	1 : 10	65 × 75
14	1050	108	1 : 10	75 × 85
15	1300	108	1 : 12,5	90 × 100

1798. Apochromatiques divers. — L'*Alethar f*/ 11 de Goerz est un objectif à spectre secondaire réduit pour reproduction. Il a été calculé par Zschokke et Franz Urban ; il se compose (*fig. 59*) de deux

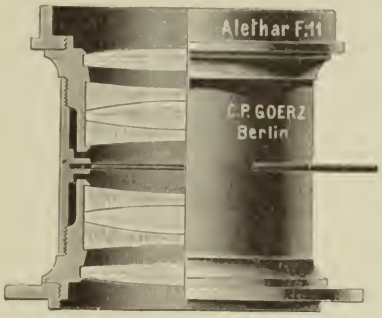

Fig. 59.

combinaisons symétriques et dialytiques séparées par le diaphragme. Chaque combinaison comporte quatre lentilles et quatre surfaces réfléchissantes. La lentille frontale est formée d'un seul verre presque plan-convexe, la convexité regardant l'objet à reproduire; à peu de distance de ce verre simple et séparé de lui par une lame d'air, on dispose une combinaison à trois verres collés formée par deux ménisques divergents entre lesquels se place une lentille biconvexe. Cet

objectif est très bien corrigé des diverses aberrations ; une reproduction à grandeur égale donne pour dimension des images colorées fournies par un objectif de 1 mètre de foyer diaphragmé à *f*/11 :

Dimension de l'objet.	Image rouge.	Image verte.	Image bleue.
735,0	734,99	735,02	735,00

Ces différences sont insignifiantes dans la pratique. En utilisant un diaphragme de *f*/15,5, la netteté absolue s'étend considérablement ; de telle sorte que, pour une reproduction à grandeur égale, un objectif de 90 centimètres de foyer couvre très nettement une plaque de 1 mètre de côté.

Le planar apochromatique de 1^{m}30 de foyer admet une ouverture de *f*/13,5 et, pour les reproductions d'images au trait, doit être diaphragmé à *f*/25, tandis que pour des reproductions d'images à demi-teintes le diaphragme *f*/15 est suffisant. Il y a lieu de remarque que si l'emploi d'un diaphragme de plus en plus petit paraît augmenter la surface nettement couverte, cette diminution d'ouverture fait disparaître les traits les plus fins d'une reproduction de gravure. Dans la pratique, il convient donc d'employer un diaphragme aussi grand que le comporte l'étendue du sujet à reproduire. La forme du diaphragme varie, d'ailleurs, avec la nature du réseau que l'on utilise ; indépendamment de la nature de l'image obtenue, l'emploi de grands diaphragmes permet de diminuer la durée du temps de pose : c'est là un avantage qu'il y a lieu de ne pas négliger lorsqu'on opère au collodion humide pendant les chaleurs de l'été. Il arrive fréquemment que la plaque se couvre de taches provenant de ce que la surface du collodion s'est en partie séchée pendant la durée de la pose.

Les objectifs à reproduction destinés à donner des négatifs tramés sont en général munis de diaphragmes à vannes dont les ouvertures sont de formes variées (carré, rectangle, étoile, etc.) ; en faisant tourner le diaphragme dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'objectif, on modifie la forme du quadrillé produit par le réseau. Au lieu de faire tourner le diaphragme, on fait tourner tout l'objectif dans sa monture après avoir fait poser le quart, le tiers, la moitié du temps nécessaire ; un collier, muni d'une vis de pression, permet de fixer l'objectif dans ces diverses positions et ce collier est ajusté avec une précision suffisante pour que la mise au point ne soit pas modifiée pendant ces diverses opérations (voyez *fig. 59*).

Sous le nom de *Cooke process Lens*, la maison Taylor, Taylor et

Hobson livre un objectif à verres séparés admettant une ouverture de *f*/8. Cet objectif, qui jouit d'une grande réputation parmi les photograveurs, est fort bien corrigé quoique d'un prix peu élevé. En particulier, on l'utilise avec avantages pour les tirages trichromes, parce que la correction de l'aberration chromatique est particulièrement bien réalisée (B, **1319** ; C, **1558**).

§ 7. — Objectifs anachromatiques.

1799. Emploi des verres simples. — On s'est servi depuis longtemps de verres simples non achromatiques dont on atténuait autant que possible les effets du manque d'achromatisme en utilisant un diaphragme de faible diamètre : si l'on effectue une rectification logique de mise au pointe avant la pose, on produit des images d'un flou très agréable. Le résultat obtenu ressemble à celui que l'on peut obtenir avec les objectifs coûteux désignés sous le nom d'objectifs à *diffusion de foyer*. En effet, si après avoir mis au point une lentille non achromatique on déplace systématiquement la surface sensible pour l'amener au foyer des rayons violets, l'image d'un point sera entourée d'une auréole qui agira peu sur la plaque sensible, tandis que l'image de ce point, floue pour l'œil, sera relativement nette pour la plaque ; elle sera seulement estompée, enveloppée ; les lignes du modèle resteront franchement dessinées tout en se raccordant avec le fond par une bande légère doucement fondue. Cette zone dégradée, que M. de Pulligny a appelée *frange chromatique*, est environ le centième de l'ouverture utile de l'objectif ; elle diminue, d'ailleurs, avec la durée de la pose.

L'image obtenue diffère de celles que donnent les objectifs dépourvus d'aberration sphérique, mais la netteté extrême que présente en certains points l'image fournie par l'objectif à portraits est avec raison, et cela depuis longtemps, considérée comme un défaut. Dès 1867, à la demande de Claudet et de plusieurs autres photographes, Dallmeyer a construit des *objectifs pour artistes*, objectifs dans lesquels on peut faire varier la correction de l'aberration sphérique et, par suite, répartir plus régulièrement une correction moyenne de cette aberration. Le prix élevé de ces objectifs à portraits (séries B et D de Dallmeyer), leur mode d'emploi différent de celui des objectifs ordinaires, les ont empêchés d'entrer dans la pratique.

Le procédé utilisé par M. de Pulligny et après lui par le comman-

dant Puyo est plus simple et plus économique que celui mis en œuvre depuis quarante ans dans les objectifs Dallmeyer-Claudet à diffusion de foyer.

1800. Objectifs anachromatiques. — Dans la construction des objectifs anachromatiques, il faut, comme l'a indiqué le commandant Puyo [1], se préoccuper de l'aberration sphérique, de la courbure de la surface focale, de la distorsion et de l'astigmatisme.

L'aberration sphérique a pour effet une dégradation de la netteté. On choisit les formes et les dispositions de lentilles qui la favorisent le moins; le calcul permet aisément cette détermination. Le modèle et les accessoires doivent être disposés de façon à utiliser au mieux la courbure de la surface focale.

La distorsion peut être évitée complètement si l'on utilise un système symétrique ou simplement un système double à éléments de même signe; avec un système simple, on se réduira aux portions centrales du champ qui en sont exemptes.

On s'affranchira de l'astigmatisme en prenant des combinaisons optiques peu puissantes.

La lentille plan convexe, face convexe en avant, convient aux études de têtes; on peut l'employer couramment à *f*/8 ou *f*/9; on peut même aller à *f*/5. Avec la face plane en avant, l'aberration sphérique est plus considérable, mais le champ plus plan. On utilise une ouverture de *f*/10 à *f*/12.

Le ménisque concave-convexe, peu épais, avec concavité vers la lumière, est d'un emploi plus avantageux; il convient aux études en pied avec accessoires à *f*/10.

Les meilleurs résultats sont obtenus avec la combinaison de deux ménisques minces avec concavités en regard; cette combinaison paraît suffisante pour toutes les applications, avec une ouverture de *f*/10, qui peut être portée à *f*/7 et même à *f*/5.

Pour éviter les corrections par déplacement de mise au point, M. de Pulligny a imaginé une monture à tiroir dans laquelle les lentilles sont rapprochées l'une de l'autre entre la mise au point et la pose de la quantité exactement suffisante pour réaliser automatiquement, par variation de la distance focale, la correction nécessaire.

M. E. Morin, de la fabrique d'optique de Ligny-en-Barrois, a établi

1. La *Revue de photographie*, 1904, pp. 189, 327, 366.

divers objectifs anachromatiques. Une des formes les plus employées est celle de l'objectif monté à crémaillère comme dans les anciens objectifs à portraits; cette monture reçoit, au gré de l'opérateur, une ou deux lentilles simples convergentes, ménisques ou plans convexes. Dans le cas le plus général (emploi de deux ménisques symétriques), l'objectif travaille à l'ouverture maxima de *f*/5. La monture porte une graduation servant à la correction anachromatique; à cet effet, à l'aide de la crémaillère, on commence par amener la tranche avant du diaphragme à vannes au zéro de la graduation. On met soigneusement au point, on place le diaphragme convenable; puis, mesurant la distance du modèle à l'objectif, on tourne la crémaillère jusqu'à amener la tranche avant du diaphragme en regard du chiffre correspondant à cette distance; on peut alors effectuer la pose.

M. Turillon a établi sur les mêmes principes un objectif anachromatique et un téléanachromatique.

M. Fleury-Hermagis a construit sous le nom d'*Eidoscope (fig. 60(*

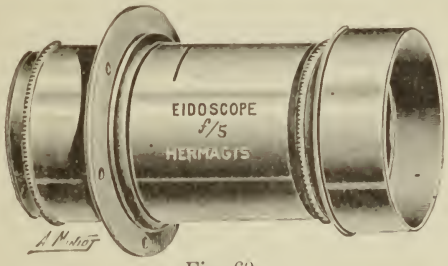

Fig. 60.

un nouvel objectif destiné à donner des images conformes à l'aspect des objets. Ce n'est pas à proprement parler un *anachromatique*, car l'instrument est bien corrigé de l'aberration chromatique : il permet la mise au point sans calculs, sans tâtonnements. On peut obtenir à volonté soit une mise au point exacte, soit une mise au point défectueuse, suivant le degré d'enveloppement désiré. L'ouverture maxima de l'Eidoscope est approximativement égale au cinquième du foyer.

1801. Téléanachromatiques. — L'emploi des objectifs anachromatiques est précieux pour le rendu des paysages. Pour M. Puyo [1],

1. *La Revue de photographie*, 1905, pp. 227, 261.

l'objectif à paysages est un téléobjectif à court foyer; un objectif propre au paysage doit offrir des foyers variant d'une façon continue à la volonté de l'opérateur. La bonne distribution de la netteté entre les plans successifs exige que l'ouverture de l'objectif soit inversement proportionnelle à la longueur focale réalisée. Par suite, le diamètre du plus grand diaphragme, utilisable dans un tel objectif à foyer variable, a une valeur constante que la pratique montre être voisine de 2 centimètres. Le téléobjectif satisfait aux deux conditions précédentes : le foyer est variable, le diamètre maximum du diaphragme est constant. L'objectif à paysages devra donc se composer d'un système convergent allié à un système divergent.

La variation des foyers est indispensable, et c'est là ce qui a conduit à la construction des *trousses*. Dans un paysage, le choix du *point de vue optimum* est imposé. C'est en ce point précis que doit être placée la chambre noire, et pour utiliser sans perte la plus grande dimension de la plaque adoptée, il faudra avoir recours à une certaine longueur focale déterminée, c'est-à-dire être à même de faire varier à volonté la longueur focale du système de lentilles qui sert d'objectif.

Le flou du lointain doit être constant pour un format donné. Il peut, une fois pour toutes, être déterminé par l'expérience. Il sera, par exemple, de 0^m0006 pour le format 18×24, tandis qu'il ne sera que de 0^m0003 pour le 9×12. Les lointains ne doivent pas être nets, mais doivent être dessinés. La mise au point étant faite pour n longueurs focales f, le flou du lointain a pour expression :

$$\frac{1}{\omega} \cdot \frac{f}{n-1} \text{ ou plus simplement } \frac{1}{\omega} \cdot \frac{f}{n}.$$

$\frac{1}{\omega}$ représente l'ouverture relative; ce terme doit être constant, quel que soit le foyer quand le format ne change pas. Le format de plaque restant constant, si l'on augmente le foyer de l'objectif, l'ouverture relative maxima utilisable dans la pratique diminue proportionnellement à mesure que le foyer s'allonge; par suite, le diamètre du plus grand diaphragme utilisable est constant. Ce diamètre est indépendant de la valeur admise pour le *flou juste* du lointain. Suivant que l'on admet un foisonnement plus ou moins grand, le diamètre du diaphragme utilisable sera un peu supérieur ou un peu inférieur à 2 centimètres.

Pour des paysages en 18×24, on peut avoir besoin d'objectifs ayant une longueur focale de 40 à 90 centimètres, ce qui excède de beaucoup le tirage de la chambre noire. L'emploi du téléobjectif s'impose donc de ce chef et, en fait, l'expérience montre qu'avec cet appareil on a recours le plus fréquemment aux distances focales comprises entre 40 et 65 centimètres.

Le téléobjectif anachromatique doit être à court foyer pour avoir une clarté convenable; la mise au point faite sur le sujet principal sera satisfaisante; la netteté réduite des lointains accentuera la perspective aérienne. L'intervention de l'aberration chromatique s'ajoutant au flou de mise au point donnera une définition plus agréable. Pour obtenir une combinaison téléphotographique à foyer court, il faut prendre un coefficient d'amplification assez faible.

M. de Pulligny a fait construire par la fabrique de verres d'optique de Ligny-en-Barrois un téléobjectif anachromatique qu'il a appelé *adjustable Landscape*. Les deux lentilles de l'objectif ont même distance focale, et cette distance focale est égale à 10 centimètres. La lentille frontale est plan convexe en crown; l'amplificatrice est plan concave en crown; elles ont mêmes courbures; quand les deux éléments sont en contact, le foyer résultant est à l'infini. Si on leur donne un écart très faible, puisqu'il s'exprime en millimètres, on obtient tous les foyers jusqu'à 10 centimètres. Dans un tel système, convenablement diaphragmé, l'aplanétisme, l'astigmatisme et la planéité du champ se trouvent assurés pour un angle de champ assez grand.

Un autre type de téléanachromatique est fabriqué par la même maison : il est formé d'un symétrique anachromatique de formule ordinaire de 20 centimètres de foyer et comme amplificatrice d'une lentille plan concave en crown de 15 centimètres de foyer et de 5 centimètres de diamètre. Ce diamètre est nécessaire si l'on veut abaisser à 30 centimètres le minimum de tirage. Le champ d'un tel système est très plan, l'image est très claire et très brillante, la correction est aisée; malheureusement, le champ n'est pas exempt d'un certain coma peu sensible à l'examen sur le verre dépoli, mais visible dans les angles du négatif.

1802. Objectifs semi-anachromatiques. — M. de Pulligny a fait construire des objectifs dans lesquels on associe une lentille frontale d'un objectif à portraits de Petzval avec un ménisque simple,

non achromatique en crown. La lentille frontale est composée d'un flint plan concave, collé à un crown bi-convexe; le foyer est de 52 centimètres. Le ménisque arrière en crown a une longueur focale de 95 centimètres et les deux rayons des faces sont

$$R_1 = 249$$
$$R_2 = 163$$

La longueur focale principale de la combinaison mesurée est de 39 centimètres; l'ouverture du plus grand diaphragme est de *f*/5,3. L'aberration chromatique longitudinale mesurée est de 2,5 millimètres pour la mise au point sur l'infini. On peut corriger la mise au point comme pour un objectif simple en déplaçant la glace dépolie ou l'objectif de façon à obtenir des images suffisamment précises et d'aspect agréable.

§ 8. — Téléobjectifs.

1803. Divers systèmes de téléobjectifs. — Trois moyens peuvent être employés pour obtenir d'objets lointains une image assez grande[1] :

1° Système optique unique de grande distance focale;

2° Système double d'élément antérieur convergent et d'élément postérieur convergent;

3° Système double d'élément antérieur convergent et d'élément postérieur divergent.

Le premier système est celui auquel les astronomes donnent la préférence; rarement ils utilisent le second, qui est à peu près abandonné parce que la courbure de la surface focale et la limitation du champ y sont particulièrement variables; la luminosité y est plus réduite que dans le troisième type; l'encombrement est plus grand, mais on peut obtenir de fortes amplifications.

Dans les systèmes à élément postérieur divergent, les deux éléments doivent être isolément corrigés aussi bien que possible; l'élément antérieur doit être très ouvert. En désignant par G le grossissement, le diamètre d'ouverture utile est réduit dans le rapport 1/G. De plus, pour éviter des phénomènes de diffraction qui peuvent devenir gênants, il faut, si l'élément antérieur est d'ouverture *f*/*n* :

$$n\mathrm{G} < 70.$$

On prend donc *n* assez petit et on élimine suffisamment les aberrations de l'élément antérieur pour qu'on n'ait pas besoin de recourir au diaphragme. Il convient d'annuler la distorsion de l'élément antérieur en utilisant un objectif double ayant un diaphragme entre les deux lentilles;

1. Wallon, *Bulletin de la Société française de photographie*, 1904, p. 455.

cependant, dans certains cas, à cause du gain de luminosité, il y a avantage à employer l'objectif simple; on n'utilise alors que le centre du champ et l'on se borne à de faibles amplifications.

L'emploi des téléobjectifs est très utile pour la photographie documentaire; cet instrument permet d'obtenir des reproductions de sujets dont on ne peut s'approcher suffisamment. Au point de vue artistique, ces instruments peuvent rendre de très grands services; le téléobjectif permet, en effet, d'adopter une échelle de reproduction assez grande sans recourir à une diminution excessive de distance, ce qui donnerait une perspective d'apparence exagérée.

Les téléobjectifs sont utiles pour la production des portraits, parce que la profondeur de champ devient, dans le cas d'objets rapprochés, plus grande que celle donnée par les objectifs ordinaires.

Pour le paysage, on peut faire varier de façon continue la puissance et choisir celle qui convient le mieux. Si le paysage comprend des figures, les relations de ces figures avec le fond sont mieux respectées par l'emploi du téléobjectif que par l'emploi des objectifs ordinaires. Dans des groupes ou dans des scènes à plusieurs figures, l'échelle des divers éléments du tableau est plus exactement reproduite; la dégradation de netteté en profondeur est bien meilleure, ce qui donne une image plus harmonieuse. A côté de ces avantages, il y a lieu de remarquer que l'image fournie par le téléobjectif est quelquefois un peu plate et monotone, parce que les premiers plans sont par trop éloignés de l'appareil et que la dégradation de la netteté est lente. Il y a lieu d'observer que l'atmosphère interposée tend à uniformiser toutes les valeurs; on devra donc choisir des sujets à oppositions assez vigoureuses et utiliser des préparations orthochromatiques et des écrans convenablement colorés.

1804. Clarté des téléobjectifs. — La puissance d'impression d'un objectif a une importance considérable pour la photographie des objets à longue distance. Pour qu'un objet soit perceptible à l'œil nu sur une image photographique, il ne suffit pas que cet objet soit enregistré avec une netteté supérieure à sa plus petite dimension; il faut encore que la différence de teinte entre le détail à percevoir et le fond sur lequel il se détache atteigne une valeur d'autant plus grande que le détail est plus petit. Dans la reproduction photographique, l'opacité d'une teinte est liée à la quantité de lumière qui a servi à reproduire cette densité par une loi assez complexe.

Pour qu'une impression soit possible, la quantité de lumière doit être supérieure à 0,1 bougie-mètre-seconde.

On a intérêt à augmenter la quantité de lumière perçue par la plaque sensible, quantité qui dépend de trois facteurs : 1° l'intensité lumineuse de l'objet; 2° le temps de pose; 3° l'intensité de l'image transmise par l'objectif.

C'est ce troisième facteur qui est le plus important dans la pratique. Cette intensité de l'image dépend elle-même de trois causes bien distinctes : 1° elle est proportionnelle au carré de l'ouverture de l'objectif; elle dépend de l'épaisseur des lentilles dont l'absorption peut être représentée par $1{,}98 \times e$, e étant l'épaisseur des lentilles en millimètres. Pour les objectifs à long foyer, e peut varier de 10 à 50 millimètres et au delà; par suite, l'absorption de lumière par les lentilles peut varier de 20 à 60 pour cent; 3° pour

la perception de détails de très petites dimensions, elle dépend du rapport des surfaces de l'image théorique et de l'image réelle. C'est ainsi que si un objet devant, *théoriquement,* donner une image de 1/20e de millimètre en fournit une de 1/10e de millimètre (par défaut de mise au point ou toute autre cause), son intensité sera quatre fois moindre.

La *puissance de vision* peut se définir par la propriété que possède un objectif photographique de produire une image nette sur une certaine étendue. Cette propriété, qui est très importante dans la pratique usuelle, présente un intérêt moindre dans le cas de la photographie à longue distance, où l'on veut seulement embrasser une surface restreinte eu égard au foyer des objectifs employés, soit par exemple une plaque dont le plus grand côté est le tiers ou le cinquième de la distance focale.

L'inconvénient que présente le téléobjectif ordinaire provient de ce que la quantité de lumière transmise est inversement proportionnelle au carré du grossissement. C'est ainsi qu'un tel système constitué par un objectif de 200 millimètres de foyer, associé avec un système divergent grossissant cinq fois, donnera, avec un tirage de chambre noire très reduit, la même image qu'un objectif de un mètre de foyer, mais vingt-cinq fois moins éclairée : de telle sorte que si nous l'obtenons en une seconde, elle correspondra, comme intensité, à la même image obtenue en quatre centièmes de seconde avec un objectif ordinaire.

On voit que l'emploi du téléobjectif est séduisant par la diminution de volume du bagage photographique qu'il entraîne, mais il ne permet pas d'obtenir toujours des images suffisamment intenses pour être perceptibles. On a donc renoncé à l'utilisation des téléobjectifs ordinaires pour les applications à l'art militaire et à la photographie en ballon. Pour ces applications il faut utiliser des objectifs d'une distance focale voisine de un mètre, et il faut que l'objectif soit assez bien travaillé et de dimension assez grande pour séparer des détails dont la dimension est inférieure à 1/25000 de la distance focale principale à la distance de 8 kilomètres; cette condition correspond à la perception de deux objets séparés par un mètre d'intervalle. On obtient ce résultat en utilisant une ouverture supérieure à *f*/10 et corrigeant autant que possible les défauts provenant de l'aberration sphérique.

1805. Téléphot. — L'inconvénient que présentent les objectifs à long foyer tient surtout au tirage exagéré que nécessite l'emploi de la chambre noire. M. Vautier-Dufour a combiné, pour la photographie à grande distance, l'emploi d'un objectif à long foyer et celui des miroirs. Il utilise deux miroirs sur lesquels le faisceau lumineux émanant de l'objectif se réfléchit successivement avant d'arriver à la plaque, ce qui permet de réduire au tiers la longueur de la chambre qui serait nécessaire pour l'emploi de l'objectif. Une des qualités de ce *téléphot* est de donner des images très claires dont la mise au point est rapide et facile. L'appareil peut être muni d'un oculaire terrestre et transformé en lunette terrestre. La longueur de l'appareil, 9 × 12, est de 21 centimètres, et son poids est approximativement de 2 kilogrammes. L'image obtenue avec le téléphot est beaucoup plus fine que celle qui est obtenue avec les téléobjectifs, ce qui permet ultérieurement des agrandissements considérables. C'est sur les indications de M. Schœr, de l'Observatoire de Genève, que cet appareil a été construit.

1806. Téléobjectifs à deux combinaisons. — Les téléobjectifs à deux lentilles sont formés d'une combinaison convergente et d'un système *convergent* ou *divergent;* c'est ce dernier mode de construction qui est généralement employé, et, dans ce cas, le téléobjectif rappelle dans sa forme générale l'orthoscopique de Petzval. La combinaison négative se trouve alors placée entre la lentille positive et la plaque sensible : c'est là le téléobjectif que l'on peut qualifier de *normal*, la combinaison antérieure pouvant d'ailleurs être constituée par tout objectif simple ou double bien corrigé de l'aberration sphérique.

A côté de ce type de téléobjéctif normal se placent les dispositifs

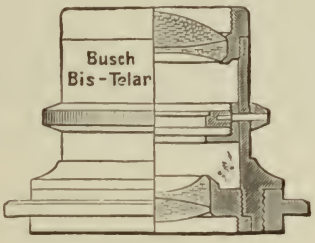

Fig. 62.

qui consistent à mettre à la place de la lentille antérieure d'un objectif double un objectif téléphotographique composé d'une combinaison positive et d'une combinaison négative. Ce nouveau genre de téléobjectif à trois combinaisons est particulièrement commode pour l'emploi des chambres à main.

Le *bis-Télar* de Busch (*fig. 62*) a l'aspect extérieur d'un objectif ordinaire, n'est ni plus lourd ni plus encombrant que les autres appareils; il se compose d'une combinaison antérieure convergente et d'une combinaison postérieure divergente, de foyers sensiblement égaux et à écartement *invariable :* un diaphragme iris se place entre les deux combinaisons. Il fonctionne à l'ouverture maxima *f*/9, ce qui permet l'instantané dans de bonnes conditions de lumière. Le foyer résultant de la combinaison des deux lentilles est sensiblement le double de la longueur du tirage de la chambre. En cas de nécessité, la combinaison antérieure, employée seule, fournit un grand angulaire dont la distance focale est environ le quart du système entier; le diaphragme employé doit être de *f*/25 environ[1].

1. *La Revue de photographie*, 1905, p. 352.

Bis-Telar Busch.

NUMÉROS	FOYER	TIRAGE DE LA CHAMBRE	SURFACE COUVERTE
	mm	mm	
1	180	105	6,5 × 9
2	240	140	9 × 12
3	360	210	13 × 18

L'objectif *Ocular*[1] est spécialement destiné à la production des portraits. Il se compose d'une lentille négative fixe et d'une combinaison convergente qui se déplace pendant la pose ; cette combinaison est du type Petzval. La lentille négative est à très long foyer, et l'ensemble de l'instrument possède une ouverture de *f*/5. C'est en somme un téléobjectif. Le déclenchement de la combinaison positive se fait pneumatiquement par le même coup de poire qui ouvre l'obturateur ; on règle d'une façon précise, avant la pose, la longueur de la course de la combinaison positive. Le déplacement est suffisant pour donner un certain moelleux à l'image. L'effet obtenu est intermédiaire entre celui que donnent les anachromatiques et celui qui est fourni par l'objectif à diffusion de foyer de Dallmeyer.

Ces types de téléobjectifs sont les plus simples, et le grossissement dépend du rapport qui existe entre la combinaison positive et la combinaison négative : il est rare que la combinaison négative ait un foyer inférieur au quart ou au cinquième du foyer de la convergente ; dans les téléobjectifs de faible grossissement, la distance focale de la lentille divergente est plus grande que la moitié de la distance focale de la convergente.

Un des objectifs téléphotographiques les plus complets et d'un usage universel est le *Multifex* de Beck : il se compose d'une combinaison convergente (du genre des rectilinéaires) derrière laquelle se place un obturateur instantané ; à la suite de l'obturateur se trouve un tube à tirage qui est muni, à son extrémité, d'une lentille divergente formée de deux verres collés (*fig. 63*). L'instrument se prête à

1. *Photogramm*, avril 1905.

de nombreuses applications : en retirant le tube arrière portant la combinaison négative, on obtient un objectif d'ouverture *f*/7,7 et de 15 centimètres de foyer ; en dévissant la lentille antérieure, le foyer est de 28 centimètres et l'ouverture *f*/12 : ces deux combinaisons sont utilisables avec l'obturateur. Enfin on peut utiliser l'instrument complet, travaillant comme téléobjectif et donnant des distances focales de 45, 60, 75 et 90 centimètres suivant la position de l'index du tube

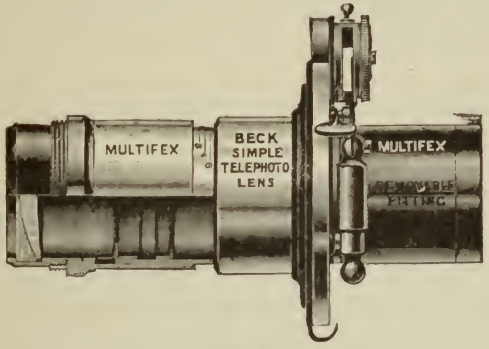

Fig. 63.

portant la lentille négative : toutes les distances focales intermédiaires peuvent être réalisées, et le tirage maximun nécessité par la plus longue distance focale est d'environ 38 centimètres. Le diamètre de l'image éclairée est de 13 centimètres pour la distance focale de 45 ; il est de 30 centimètres pour la distance focale de 90 centimètres. Ce téléobjectif se construit en deux grandeurs, l'une pour le format 13 × 18, l'autre pour le format 9 × 12.

Les *téléobjectifs* de Gœrz, pour chambres à main et pour chambres à soufflet, se composent d'un télépositif qui peut être constitué par tout objectif (Dagor, Syntor, etc.) bien corrigé et d'un télénégatif présentant une grande ouverture, ce qui permet de réaliser un grand angle ; ils sont corrigés de l'aberration chromatique, ce qui assure une mise au point précise. Ces deux parties optiques sont réunies par un télétube permettant un écartement variable entre les deux combinaisons. La lentille négative est formée par une combinaison plan-concave, formée de deux verres collés (*fig. 64*). Pour les chambres à soufflet, on peut associer diverses combinaisons convergentes (de + 90 millimètres de foyer associé à une négative de — 40, avec des tirages de 80 à 280 millimètres, jusqu'à + 36 centimètres de

foyer combiné avec une négative de — 15 centimètres et des lon-

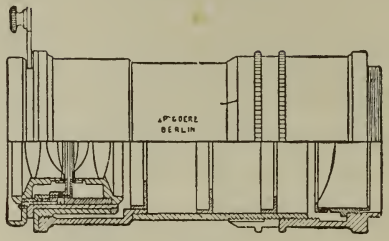

Fig. 64.

gueurs de tirage du soufflet de la chambre noire de 30 à 90 centimètres : dans ce dernier cas, les grossissements varient de 3 à 7 fois;

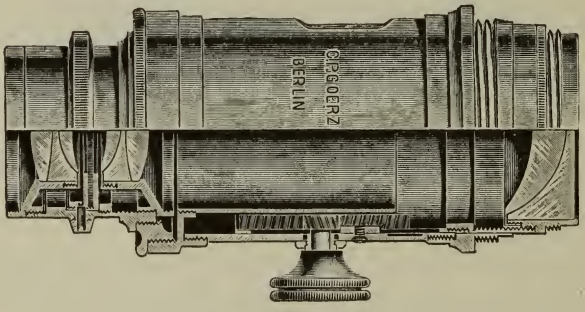

Fig. 65.

une crémaillère (*fig. 65*) permet de modifier le grossissement, indiqué par un index.

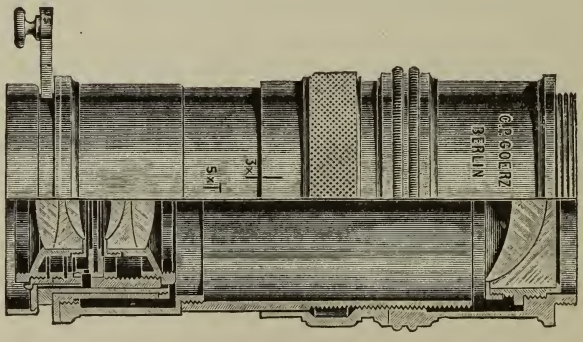

Fig. 66.

Pour les appareils à main, les télétubes sont en aluminium et construits de telle sorte que le télénégatif (*fig. 66*) a une place fixe,

aussi près que possible de la glace dépolie, tandis que le télépositif peut être plus ou moins éloigné du négatif en le vissant ou dévissant. Un anneau de serrage permet de fixer la distance des deux combinaisons à l'écartement voulu. Le tube porte d'ailleurs deux marques, qui correspondent à la mise au point sur l'infini, avec et sans allonge.

Téléobjectif Steinheil.

NUMÉROS	FOYER DE LA COMBINAISON NÉGATIVE	EMPLOYÉ AVEC OBJECTIF D'UN FOYER DE
	cm	cm
1	— 4,5	9
2	— 4,5	12
3	— 5,6	15
4	— 6,75	18
5	— 7,5	21
6	— 9	24
7	— 9	28
8	— 13,5	36
9	— 13,5	48
10	— 20,0	60

Les téléobjectifs Zeiss-Krauss utilisent soit des téléfrontales de construction particulière de grande ouverture *f*/3, soit des Planars,

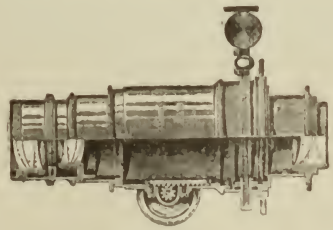

Fig. 67.

Tessars, Kalloptat-Kraus, etc. La lentille amplificatrice négative est formée de trois verres collés. Il est bon que le grossissement afocal (rapport de la longueur focale de l'élément positif à la longueur

focale de l'élément négatif) se maintienne au-dessous de 4. Un tube réunit les deux éléments et permet de faire varier leur écartement par une crémaillère; on mesure cette variation à l'aide d'une graduation gravée sur le tube (*fig. 67*).

Dans les téléobjectifs Steinheil, on utilise aussi une combinaison

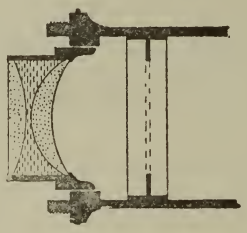

Fig. 68.

négative à trois verres collés (*fig. 68*); il en est de même pour les téléobjectifs de Vogtlaender. Pour les appareils à main à tirage fixe, on dévisse l'objectif, on visse à sa place le tube du télé portant la lentille négative et on fixe à la partie antérieure l'objectif et son obturateur : il en est de même pour les chambres à soufflet (*fig. 69*).

Téléobjectif Voigtlaender.

NUMÉROS	FOYER de la COMBINAISON NÉGATIVE	FOYER DU COLLINÉAIRE employé.	TIRAGE de la CHAMBRE NOIRE	SURFACE maximum COUVERTE
	cm.	cm.	cm.	cm.
1	— 33	9	6 à 25	9 × 12
2	— 33	12	9 à 45	12 × 16
3	— 51	15	12 à 52	13 × 18
4	— 67	18 à 20	15 à 65	18 × 24
5	— 97	25 à 31	20 à 140	24 × 30

La lentille négative doit avoir une distance focale représentant en valeur absolue environ le tiers de la distance focale de la combinaison positive. Cette combinaison positive doit être corrigée de l'aberration sphérique; un orthostigmat, un collinéaire forment cette com-

binaison positive. La rondelle D qui porte le téléobjectif se visse à la chambre noire, et dans le téléobjectif construit par Beck (*fig. 70*),

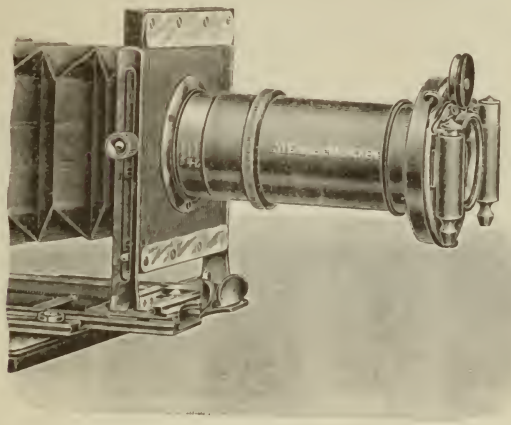

Fig. 69.

une graduation E indique les grossissements; la combinaison négative se visse en C; un tube supplémentaire B permet d'augmenter la

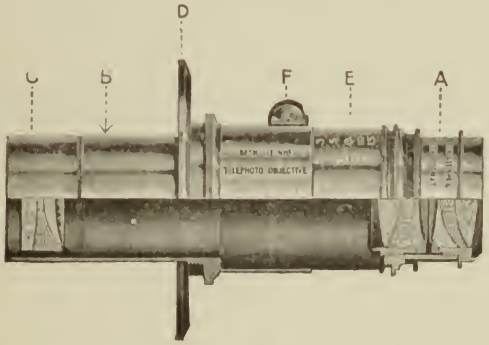

Fig. 70.

distance entre les deux combinaisons, distance que l'on rend variable à l'aide d'une crémaillère F.

Dans le téléobjectif de Rodenstock, la combinaison postérieure est formée de trois verres collés, et la combinaison antérieure est constituée par un imagonal, un héligonal, ou un lumar *f*/6. Le grossissement peut être modifié en faisant varier la distance des deux élé-

ments à l'aide d'une crémaillère (*fig. 71*) : il peut passer de trois à quinze fois pour des longueurs de tirage utilisables.

Dallmeyer a établi trois types principaux de téléobjectifs : l'un de

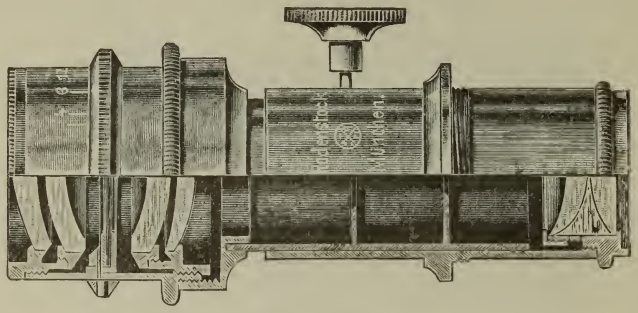

Fig. 71.

faible pouvoir, destiné aux chambres à soufflet; un autre de fort pouvoir, destiné au travail dans l'atelier; enfin, un nouveau type, appelé *Adon* (*C* **1570**), est destiné aux chambres à main et constitue un système spécial.

Le téléobjectif de grossissement modéré est constitué par un objectif stigmatic d'ouverture *f*/6 visssé à l'extrémité d'un tube por-

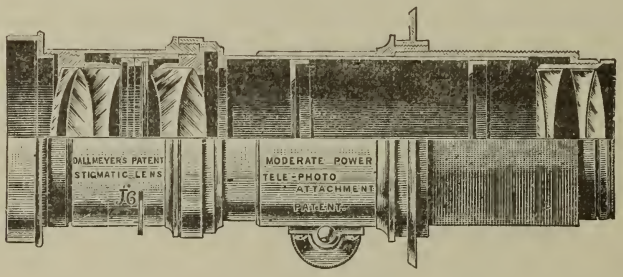

Fig. 72.

tant à son autre extrémité la combinaison négative (*fig. 72*). Cette combinaison constitue un amplificateur double, formé de deux lentilles séparées, chacune des deux lentilles résultant de la combinaison de deux verres collés; cette forme d'amplificatrice permet d'éviter la distorsion. Au lieu d'un stigmatic, on peut aussi utiliser un rectilinéaire rapide.

Pour le travail dans l'atelier et pour les forts grossissements, Dall-

meyer emploie les objectifs à portraits 1B, 2B, ou le stéréoscopique : ces objectifs sont du type à diffusion de foyer, et pour les objets très éloignés, on peut modifier la netteté en dévissant plus ou moins la lentille postérieure de l'objectif. L'instrument (*fig. 73*) doit être em-

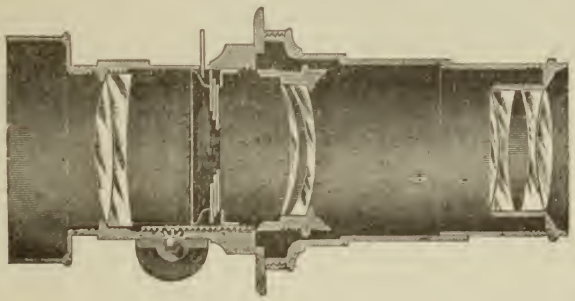

Fig. 73.

ployé la lentille étant vissée à fond pour le portrait; on dévisse plus ou moins la lentille postérieure d'après la distance du sujet et d'après le grossissement de l'amplificatrice.

1807. Téléobjectifs à trois combinaisons. — Le dernier type de téléobjectif construit par Dallmeyer (et par Turillon en France) est formé de trois combinaisons disposées dans l'ordre suivant : à l'avant, un téléobjectif à deux combinaisons; à l'arrière, un objectif photographique. Le système amplificateur est donc disposé à l'avant de l'objectif, ce qui permet d'obtenir une image bien éclairée et d'utiliser le téléobjectif avec les chambres à foyer fixe. Dans la construction de l'*Adon*, il semble que l'opticien se soit inspiré des conditions de la vision télescopique; en effet, le rôle de l'objectif dans un télescope est de fournir momentanément à l'observateur un œil de grandes dimensions, capable de recevoir et d'utiliser une plus grande quantité de lumière; l'adjonction d'un oculaire à l'objectif constitue un télescope dont le pouvoir amplificateur est mesuré par le rapport des distances focales de l'objectif et de l'oculaire; si la distance focale est, par exemple, cinq fois plus grande que celle de l'oculaire, l'objet visé semble cinq fois plus rapproché. Le faisceau émergeant de l'oculaire doit être de diamètre égal au diamètre d'ouverture de la pupille. Si le faisceau lumineux est plus grand que la pupille, il est partiellement inutilisé; en proportionnant convenable-

ment les diamètres de l'objectif et de l'oculaire, on pourra obtenir une image qui, bien qu'agrandie, soit au moins aussi lumineuse que l'image perçue par vision à l'œil nu[1].

L'*Adon* est un téléobjectif très portatif : il se compose d'une lentille positive de large diamètre constituée par deux verres collés; derrière cette lentille et presque au contact de l'objectif de l'appareil à main se place une lentille négative, calculée de telle sorte que sa combinaison avec l'objectif de l'appareil constitue l'équivalent d'un téléobjectif dans lequel la lentille positive aurait une ouverture de *f*/4 ou *f*/3.

Dans ces téléobjectifs, le diamètre *d* du faisceau émergeant de l'amplificateur doit être égal au diamètre utile du faisceau admis par l'objectif, et le diamètre utile *D* du faisceau admis par la lentille antérieure de l'amplificateur doit être égal au produit de *d* par l'amplification. Si l'amplificateur est formé de deux éléments, l'antérieur convergent, l'autre divergent, écartés à distance telle que leurs foyers coïncident, les rayons parallèles d'un faisceau incident formeront encore un faisceau parallèle à leur sortie de l'amplificateur, et, par conséquent, l'objectif de la chambre à foyer fixe mis au point sur l'infini en donnera une image nette dans son plan focal. L'amplification de l'image dépendra exclusivement du rapport des distances focales des deux éléments, convergent et divergent, de l'amplificateur.

En rapprochant l'un de l'autre les deux éléments de l'amplificateur, celui-ci transforme les faisceaux parallèles en faisceau divergent : l'image ira donc se former plus loin de l'objectif de la chambre à main; l'amplification est augmentée, l'éclairement diminué : ce dispositif ne peut servir qu'avec les chambres noires à tirage variable.

En éloignant au contraire les deux éléments l'un de l'autre, on diminue la distance focale de l'ensemble, et le verre dépoli qui, dans la première position recevait l'image nette des objets à l'infini, peut recevoir l'image nette des objets rapprochés : ce genre de téléobjectif peut donc jouer le rôle de bonnettes d'approche pour la photographie des objets rapprochés sur un appareil à foyer fixe.

Pour réduire le moins possible l'angle de champ, on donne aux deux éléments de l'amplificateur des distances focales aussi courtes que le permettent les diamètres de l'ouverture imposée : par exemple un amplificateur destiné à un objectif *f*/8 de 16 centimètres de distance focale devra laisser émerger un faisceau de 2 centimètres de diamètre. Si l'on veut amplifier l'image deux fois, le diamètre de l'élément antérieur sera au minimum de 4 centimètres; si la distance focale de l'élément postérieur divergent est 7 centimètres, celle de l'élément convergent antérieur sera de 14 centimètres.

La longueur du tube de l'*Adon* prolonge la monture de l'objectif et restreint le champ dans des proportions considérables.

Le dispositif proposé par Hugo Schrader remédie dans une large mesure

1. L.-P. Clerc, *l'Année photographique*, p. 1903, p. 1905.

à cet inconvénient en mettant à la place de la lentille antérieure d'un objectif double un objectif téléphotographique composé d'une lentille positive et d'une lentille négative de construction appropriée (grande ouverture du positif, petite ouverture du négatif et distance relativement restreinte des foyers des deux composants). On réalise ainsi l'avantage du plus grand rapprochement possible de l'objectif téléphotographique et de la lentille postérieure de l'objectif fixé à la chambre noire. Il en résulte la longueur la plus restreinte possible du téléobjectif et un grand champ de vision avec fort agrandissement, sans exiger aucun allongement du tirage. Un avantage de ce dispositif réside en ce que les aberrations produites par la lentille positive de l'objectif téléphotographique sont à peu près entièrement corrigées par la lentille postérieure de l'objectif double.

Le *Télé-Péconar* de Plaubel et Cie, à Francfort (*fig. 74*), se compose d'une combinaison positive à trois verres, bien corrigée de tou-

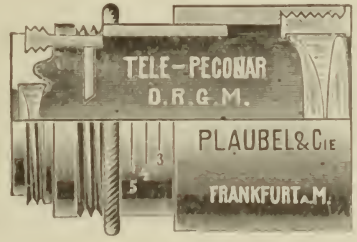

Fig. 74.

tes les aberrations et d'une combinaison négative plan concave à deux verres; elles sont fixées à deux tubes glissant l'un dans l'autre de façon à permettre la variation de distance entre les deux lentilles : la distance des deux lentilles règle le grossissement; plus elles sont rapprochées l'une de l'autre, plus l'image est agrandie et *vice versa*. La combinaison antérieure possède une ouverture de 31 millimètres de diamètre pour une distance focale de 70 millimètres. La planéité du champ et la destruction de l'aberration sphérique sont obtennes par l'emploi d'un crown d'indice de réfraction très élevé : la lentille positive est très bien corrigée, ce qui permet de forts grossissements.

Le Télé-Péconar peut être employé de deux façons différentes : 1° on peut le visser par sa partie postérieure à la place de la lentille antérieure des doublets ordinaires : c'est le mode d'emploi auquel on doit recourir pour les appareils à foyer fixe; la lentille postérieure du doublet reste en place; 2° on peut dévisser cette lentille postérieure, le télé-péconar étant en place; l'instrument travaille alors

comme un téléobjectif ordinaire et le grossissement est plus fort. Ces grossissement sont, d'ailleurs, indiqués par deux échelles dont les graduations correspondent aux deux modes d'emplois que nous venons d'indiquer. Si l'on utilise une chambre noire à soufflet, il est bon de marquer sur la base de la chambre des repères correspondants aux graduations de chacune des échelles. Pour la mise au point, on se sert toujours du diaphragme qui sera utilisé lors de l'impression de la plaque. Pour le portrait, on utilise l'ouverture *f*/9, tandis que pour le paysage on se sert du diaphragme *f*/18.

De l'ouverture relative dépend la durée du temps de pose; on calcule l'ouverture relative d'un système téléphotographique en divisant par le chiffre du grossissement l'ouverture du diaphragme employé.

1808. Divers. — M. Belliéni fait établir plusieurs modèles de téléobjectifs que l'on peut utiliser avec ses excellentes jumelles simples ou stéréoscopiques munies d'un pied très stable. Le même constructeur a signalé le dispositif suivant[1] pour l'obtention de photographies à grande distance. Sur le corps avant d'une chambre noire à trois corps 30 × 40, on fixe un élément positif, soit un objectif de 40 centimètres de longueur focale; sur le corps du milieu, on monte une lentille négative de 45 millimètres utilisée pour les téléobjectifs. La distance qui sépare les deux combinaisons étant d'environ 0m36, la distance focale équivalente est d'environ 9 mètres, le tirage du soufflet 1m10. Le grossissement du système est d'environ vingt-deux fois. Il suffit de mettre les éléments du téléobjectif dans le prolongement l'un de l'autre; le centrage n'exige pas une précision bien rigoureuse.

Le grossissement des téléobjectifs n'est pas illimité : en supposant un objectif parfait, on n'obtiendra pas d'image nette par suite des différences de température de l'atmosphère et du sol. Les mouvements des couches d'air au contact du sol produisent des images dites *ondulantes* : les ondulations produites se traduisent par un déplacement de 2 millimètres pour l'image d'un point produite par un objectif dont le foyer équivalent serait 25 mètres.

Le sténopé muni d'une lentille divergente permet d'obtenir des images de grandes dimensions sans que le tirage de la chambre noire soit exagéré. On place derrière le trou d'aiguille une lentille divergente constituée par un verre de lunette de myope : l'agrandissement est d'autant plus prononcé que le verre est fort; il varie d'ailleurs avec la distance du verre à l'ouverture : plus on écarte le verre du trou d'aiguille, plus l'agrandissement est considérable [2].

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 332. — 2. *The Photogramm*, n° 134.

CHAPITRE IV

OBTURATEURS, ÉCRANS COLORÉS

§ 1er. — Obturateurs.

1809. Mesure de la vitesse des obturateurs. — La plupart des modèles actuels d'obturateurs, sauf l'obturateur de plaque, utilisent fort mal la grande luminosité des objectifs. Comme l'a fait observer M. Wallon[1], avec l'obturateur d'objectif, l'action de la lumière n'a pas la même puissance, la même efficacité pendant tout le temps où elle s'exerce. Il n'est aucun moyen de supprimer les périodes d'ouverture et de fermeture pendant lesquelles l'action lumineuse est très affaiblie. On peut supposer qu'elle reste constamment égale à ce qu'elle est pendant la période de pleine admission, mais à la condition de supposer aussi qu'elle dure moins longtemps. Il y a donc à distinguer le temps de pose total, comprenant tout l'intervalle écoulé entre le moment où l'objectif commence à s'ouvrir et celui où il achève de se fermer, et le temps de pose utile, inférieur au premier et d'autant moindre que l'importance relative des périodes extrêmes est plus grande.

Avec l'obturateur de plaque, les diverses parties de la surface sensible ne sont illuminées que successivement; le temps de pose est alors le temps pendant lequel chacune d'elles, à son tour, subit l'action lumineuse; il y a donc lieu d'envisager une troisième quantité, très différente des deux autres puisqu'elle n'a aucune influence sur la production de l'image latente, c'est *le temps d'obturation*.

Dans l'obturateur d'objectif, s'il était idéalement construit, le temps de pose total se confondrait avec le temps d'obturation. Dans les obturateurs de plaque bien établis, le temps de pose total se confond avec le temps de pose utile : en cas de pose prolongée, le temps de pose total, le temps de pose utile et le temps d'obturation se confondent.

Avec l'obturateur de plaque, le temps de pose est le temps que met l'écran obturateur à se déplacer d'une quantité égale à la largeur de la fente : il est déterminé par le rapport de la largeur de la fente à la vitesse de déplacement du rideau. On peut lui donner la même valeur pour des valeurs très

1. *Photo-Gazette*, 1903, p. 236.

différentes des deux éléments, et obtenir toujours par même lumière même image latente. Il n'est pas facile d'obtenir des vitesses de rideau supérieures à 2m50 par seconde et d'employer des fentes plus étroites que 0mm5. Sous le rapport de la déformation de l'image, on a intérêt à employer la plus large fente et la plus grande vitesse. La déformation est le plus souvent insignifiante, mais la netteté de l'image est très acceptable, et il est rare que cette déformation soit bien gênante.

L'emploi du pendule présente de nombreux avantages pour mesurer approximativement la vitesse des obturateurs (B, **1361**). MM. Beck ont construit un appareil très simple, peu coûteux, permettant de faire cet essai : il consiste essentiellement en un pendule portant à son extrémité une petite sphère brillante qui oscille en face d'une graduation spéciale; on photographie en même temps le pendule et la graduation. Pendant le temps de pose utile, l'image de la sphère laisse une trace sur le fond noir de la graduation : la longueur de cette trace permet, par une simple lecture, la détermination du temps de pose utile; on peut facilement vérifier combien sont inexactes les indications gravées sur la plupart des obturateurs du commerce.

MM. Derr et Jourdain ont calculé la valeur du rendement pour un certain nombre de types d'obturateurs et ont vérifié expérimentalement ces calculs par le procédé suivant : dans une pièce obscure, un miroir renvoie la lumière solaire (ou toute autre source d'éclairage puissant) sur l'obturateur à essayer, séparé, s'il y a lieu, de l'objectif sur lequel il est monté. Un objectif très lumineux forme l'image de l'ouverture sur une bande de pellicule sensible enroulée sur un tambour auquel un petit moteur électrique donne un rapide mouvement de rotation qui entraîne la bande à raison de 6 mètres environ par seconde; un disque, portant sur son pourtour un certain nombre d'ouvertures qui successivement viennent se placer sur l'axe du système optique, est animé d'un mouvement de rotation rapide. On obtient ainsi une série d'images dont les temps de pose sont inférieurs à 1/2000e de seconde. Chacune de ces images est légèrement floue par suite du mouvement ininterrompu de la pellicule. Le contour est cependant assez net pour permettre la mesure des aires de chaque image et en déduire la valeur du rendement dans les différents cas. MM. Derr et Jourdain ont constaté que pour la plupart des obturateurs du commerce le rendement est de 50 %, qu'il tombe à 40 % pour certains obturateurs à iris, et arrive à 72,4 % avec les obturateurs à rideaux.

M. J. Rheden a fait construire un appareil à cadran destiné à contrôler la vitesse des obturateurs[1].

1810. Obturateurs d'objectifs. — Les obturateurs d'objectifs se placent soit à l'avant, soit à l'arrière, soit entre les lentilles de l'objectif.

M. Belliéni a constaté que l'obturateur de plaque ne pouvait être suffisant pour tous les besoins d'un appareil à main, l'emploi des

1. *Eder Jarbuch für Photographie*, 1903, p. 112.

grandes vitesses étant l'exception. Il a construit un nouveau modèle d'obturateur en aluminium noirci. L'appareil[1] mesure 6,5 × 5 × 1,5 centimètres. Son poids est d'environ 75 grammes. Cet instrument est de la famille des obturateurs à rideaux et donne des vitesses de 1/40e à 1/10e de seconde; il fonctionne à la poire et permet les épreuves posées. Une petite rondelle à ressort permet de le fixer sans ajustage sur le parasoleil de l'objectif, dont il ne gêne ni la mise au point ni les diaphragmes. Pour augmenter son rendement, M. Belliéni a placé le rideau tout contre l'objectif et lui a donné une ouverture sensiblement plus grande que celle de l'obturateur. La partie antérieure de celui-ci a été fortement évasée pour permettre le décentrement maximum sans gêner les rayons extrêmes.

MM. Thornton Pickard ont modifié leurs modèles d'obturateurs (C, **1581**). Le nouvel obturateur, dénommé *Royal,* est établi sur le modèle de l'obturateur type, mais toutes les ferrures sont renfermées dans la carcasse de l'appareil. Cette modification a pour effet d'améliorer l'aspect de l'instrument et de couvrir et protéger chaque partie du mécanisme. Les mêmes constructeurs ont établi, sous le nom de *Panoptic,* un obturateur qui se place entre les lentilles. Le mécanisme, complètement renfermé dans une boîte en aluminium, fonctionne sans aucune secousse. L'obturateur s'arme sans démasquer la plaque; il est à pose et à vitesse variable pour l'instantané[2].

1811. Obturateurs de plaques. — Le rendement de l'obturateur de plaque se rapproche d'autant plus de son maximum que la fente est plus rapprochée de la couche sensible. M. Mackenstein a modifié les magasins à tiroir utilisés pour les appareils à main, de telle sorte que la plaque sensible est presque au contact du rideau : elle n'en est séparée que par l'épaisseur très petite du porte-plaque en métal. Une seule aiguille sert pour le réglage de la fente, dont la largeur est indiquée par un bouton placé au-dessous du bouton de manœuvre; on peut, en conséquence, passer rapidement de l'instantané à la pose, et réciproquement, tout en obtenant les vitesses les plus variées par la combinaison de la fente et la tension du ressort[3].

Dans le nouveau modèle d'obturateur chronométrique Gœrz-Anschutz, la fente est aussi réglable de l'extérieur, l'obturateur s'arme

1. *Bulletin de la Société française de photographie,* 1904, p. 436. — 2. *La Revue de photographie,* 1904, pp. 223 et 261. — 3. *Bulletin de la Société française de photographie,* 1903, p. 393.

sans découvrir la plaque, et, en outre des diverses vitesses d'instantané, il donne tous les temps de pose de 1/2 à 5 secondes; pendant les travaux posés, le ressort est automatiquement détendu pour éviter toutes secousses; enfin, la pose peut être effectuée à volonté, soit en un seul coup de poire, l'obturateur restant ouvert pendant la durée de la pression, soit en deux coups, un pour ouvrir, un pour fermer. Le passage d'un état de fonctionnement à un autre s'effectue simplement et rapidement.

Wunsche à Dresde, Krugener à Francfort ont apporté des perfec-

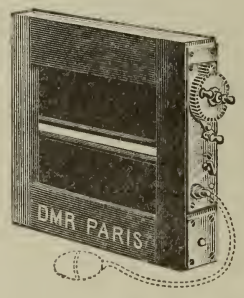

Fig. 75.

tionnements de même genre aux obturateurs à rideau[1]. Les maisons Zeiss à Iéna, Krauss à Paris ont établi d'excellents modèles d'obturateurs de plaque avec volet de sûreté, ce qui est précieux pour les appareils à magasin; ces appareils sont établis d'une façon rationnelle et sont construits avec une grande précision. Il en est de même des obturateurs de la maison Demaria (*fig. 75*).

1812. Déclenchement des obturateurs. — Le déclenchement des obturateurs s'effectue le plus souvent au doigt ou par l'intermédiaire d'une poire de caoutchouc. On a essayé de remplacer les poires par un piston en aluminium, le *Pulsor* (*fig. 76*), du poids de 22 grammes, qui n'a pas les inconvénients de la poire en caoutchouc; mais cet appareil exige toujours une jonction par un tube de caoutchouc sujet à se couper ou se fendiller.

MM. Watson ont établi un dispositif métallique ayant une certaine ressemblance avec la commande du frein Bowden et constitué

1. *Eder Jarbuch für Photographie*, 1903, p. 361; 1905, p. 206.

par deux organes concentriques, l'un extérieur, incompressible, formé par les spires positives d'une hélice en fil métallique, l'autre intérieur, inextensible, formé par un petit câble d'acier commandant le déclic de l'obturateur. Cet accessoire est établi en deux types

Fig. 76.

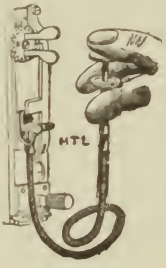

Fig. 77.

s'adaptant l'un aux obturateurs à rideaux, l'autre aux obturateurs à piston genre Unicum (*fig.* 77).

§ 2. — Écrans colorés.

1813. Rôle des écrans colorés. — Les écrans colorés placés entre le sujet à photographier et la plaque sensible agissent à la façon d'un filtre séparant un liquide d'avec les matières que ce liquide tient en suspension. Ces écrans laissent en effet passer certaines radiations qui agissent sur la plaque; ils en retiennent d'autres plus ou moins complètement, de telle sorte que l'action de ces radiations est modifiée ou même annulée. L'écran doit présenter une intensité convenable, sans quoi l'on s'expose à obtenir un mauvais rendu. C'est ainsi qu'un écran d'un jaune très intense employé avec certaines plaques orthochromatiques donnera un ciel dont le bleu sera tellement foncé que l'effet de nuages est aussi faux que si l'on n'avait pas employé d'écran; en employant un écran, la durée du temps de pose doit être telle que les ombres puissent se développer facilement[1].

L'emploi de ces écrans colorés est presque toujours indispensable dans la photographie courante; sans eux, on ne peut obtenir d'images par procédé trichrome; en microphotographie, ils facilitent beaucoup certains travaux.

1. *Photography*, 1905.

On sait que, pendant la période d'exposition correcte et dans les régions spectrales pour lesquelles la plaque est sensibilisée, le noircissement croît proportionnellement au logarithme de la lumination reçue ; cette loi est très approchée. Le noircissement est le logarithme du rapport $\frac{i}{i'}$, dans lequel i représente la lumière incidente et i' la lumière qui traverse. La lumination est le produit $i \times t$ de l'intensité lumineuse par le temps d'exposition. Si l'on appelle L le logarithme de la lumination et N le noircissement, on a sensiblement la relation

$$N = KL.$$

K est un facteur croissant avec la durée de développement et variant dans la pratique de 1 à 2, soit environ 1,5 en moyenne.

S'il s'agit du négatif d'un spectre et que l'on veuille diminuer N dans une région donnée d'une certaine quantité, K*e* par exemple, il faudra diminuer de *e* le logarithme de la lumination. C'est précisément ce qui arrivera si on interpose un écran dont le coefficient d'extinction pour la région en question sera *e*, puisqu'on définit en physique le coefficient d'extinction par l'équation

$$\frac{i'}{i} = 10^{e} \quad \text{ou bien} \quad \log i - \log i' = e;$$

i représente la lumière incidente et i' la lumière qui traverse.

Si on veut modifier la courbe des noircissements d'une plaque de façon à abaisser vers le violet suivant une courbe donnée, il faut interposer un écran dont les coefficients d'extinction aient, en chaque région du spectre, des valeurs égales à la différence des ordonnées des courbes proposées divisées par K. On détermine K en exposant une plaque dans le sensitomètre Scheiner et en mesurant les noircissements obtenus au moyen du photomètre à polarisation de Martens. N et L étant alors connus, on peut déterminer K. Les valeurs de K sont approximativement les mêmes dans les diverses régions spectrales pour les bonnes plaques orthochromatiques.

La courbe obtenue avec un écran est fonction de la courbe qu'on obtiendrait sans écran ; cette dernière courbe elle-même dépend en principe de l'émulsion sensible ainsi que de l'exposition reçue. L'action sélective d'un écran donné n'est pas invariable : c'est ce qui résulte des données fournies par Eder.

L'exposition pourra être d'autant plus courte que la plaque sera plus sensible, en valeur absolue, aux rayons que l'écran laisse passer ; et le coefficient par lequel il faudra multiplier le nombre représentant la durée d'exposition sera d'autant plus faible que la sensibilité de la plaque aux rayons utiles sera plus forte par rapport à la sensibilité aux rayons supprimés. Il suit de là que la dénomination : écran multipliant la pose par 5, 10, 15, etc., est inexacte, puisque le coefficient de l'écran est fonction de la plaque employée. Tel écran qui multiplie la durée d'exposition par 15 avec une plaque orthochromatique de qualité médiocre n'aura qu'un coefficient de 2 ou de 3 avec une bonne plaque. Un écran permettra des durées d'exposition d'autant plus courtes qu'il sera plus transparent aux radiations que l'on désire conserver.

Un écran idéal devrait être établi d'après la courbe de la luminosité opti-

que du spectre. Une telle courbe ne peut représenter très exactement le phénomène; c'est cependant la seule base un peu précise dont on dispose : on est obligé de s'en contenter.

L'écran idéal serait celui dont l'influence abaisserait la courbe de la plaque d'une façon graduelle depuis la radiation 560 jusqu'à la limite du spectre normalement visible, c'est-à-dire jusque vers la raie H. Ces écrans sont dits écrans *à compensation*. On devrait les employer toutes les fois que la durée de l'exposition le comporte; ils permettent de compenser l'inactivité relative de certaines radiations.

La pratique a montré qu'il était nécessaire d'avoir une série d'écrans permettant d'opérer rapidement soit pour obtenir des images instantanées, soit pour augmenter ou diminuer les contrastes que présente un paysage, de façon à reproduire correctement les lointains brumeux, les ciels avec nuages, etc. Ces écrans sont dits *à contrastes*.

1814. Les divers écrans. — Les écrans utilisés renferment la matière colorante soit à l'état de dissolution dans un dissolvant convenable, soit à l'état sec, en couche mince, que l'on prépare en étendant sur une plaque de glace un liquide coloré laissant par évaporation ou dessication une mince pellicule; on utilise à peu près exclusivement la dissolution aqueuse et tiède de gélatine que l'on abandonne à la dessication sur une plaque de verre.

Les écrans colorés dans la masse, ceux du type dit verre coloré, ont un pouvoir absorbant défectueux[1] et prolongent considérablement l'exposition, inconvénients qui n'existent pas pour les écrans faits avec des matières colorantes artificielles, dont certaines possèdent la propriété d'absorber plusieurs radiations et d'être très transparentes pour d'autres; en outre, l'intensité plus ou moins grande de la coloration du verre devrait correspondre à une absorption plus ou moins complète des radiations que l'on veut éliminer et servir à réaliser des effets de compensation variés. Cet effet de compensation ne se produit pas dans la pratique. A une plus grande absorption des radiations dites actiniques correspond également une absorption assez considérable de celles que l'écran devrait laisser passer presque totalement. Les défauts dans le rendu sont d'autant plus accentués que l'on a affaire à un écran de coloration plus intense. C'est pour ce motif que Vogel préférait utiliser les écrans formés par une couche de collodion colorée à l'aurantia.

Ces écrans se préparent en emprisonnant une ou deux pellicules colorées entre deux glaces à faces parallèles. On doit renoncer abso-

1. H.-W. Vogel, *La photographie colorée des objets en valeur réelle*, 1887, p. 77.

lument à la préparation des écrans par imbibition d'une couche de gélatine ; les intensités de teinte ainsi obtenues sont des plus variables. On prépare des écrans d'action uniforme en déterminant le poids de chacun des colorants à distribuer par centimètre carré de la surface de l'écran. C'est le seul moyen d'assurer la parfaite identité des écrans fabriqués par divers opérateurs et à diverses époques suivant une même formule, pourvu que la substance colorante ne soit pas trop altérable à la lumière. La couche colorée doit donc être obtenue par dessication d'un volume donné d'une solution de gélatine ou de collodion contenant en solution un poids déterminé d'une ou de plusieurs matières colorantes.

Les écrans colorés liquides doivent être employés dans des cuves à faces parallèles ayant une épaisseur intérieure uniforme de 1 centimètre ou formées de compartiments ayant chacun 1 centimètre d'épaisseur. Le liquide coloré introduit dans la cuve doit être constitué par une solution titrée d'une ou de plusieurs matières colorantes de composition chimique parfaitement définie ou d'origine bien déterminée.

On trouve dans le commerce des cuves spéciales destinées à contenir les liquides servant d'écran; on peut en préparer à l'aide d'un bloc de bois d'épaisseur convenable et dont les faces sont parfaitement dressées. Ces blocs carrés doivent avoir au moins 6 centimètres de côté. On perce au centre une ouverture ronde de 3 centimètres de diamètre. Les parois de cette ouverture sont soigneusement enduites de vernis à la gomme laque ou de gélatine bichromatée, suivant que la cuve devra recevoir des liquides aqueux ou alcooliques. On fait adhérer des lames de glace bien parallèles sur les faces du bois et, sur une des faces latérales, on perce deux ouvertures allant rejoindre la cavité, l'une d'un diamètre plus fort que l'autre. La première servira à l'introduction du liquide, la seconde à la sortie de l'air. Les écrans liquides présentent l'inconvénient d'être lourds et encombrants; aussi on ne les utilise que dans l'atelier.

Pour le travail au dehors on se sert d'écrans constitués par deux couches colorées emprisonnées entre des glaces minces à faces parallèles ; ces glaces doivent être choisies avec le plus grand soin.

L'épaisseur de la glace sera de 2 millimètres pour les écrans de 4 centimètres de côté, de 1 millim. 1/2 pour les dimensions inférieures[1]. On trouve dans le commerce ces glaces minces bien polies ; on reconnaît qu'elles ont les propriétés optiques voulues à l'aide de deux procédés.

1. A. Callier, *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1905, p. 188.

1° On place la glace devant l'œil et l'on regarde un objet situé à une vingtaine de mètres en imprimant à la glace un mouvement de va et-vient dans son plan. Si l'objet examiné paraît se mouvoir, la glace est défectueuse et doit être rejetée; si l'objet examiné paraît se mouvoir seulement au moment où il entre dans le champ, mais reste immobile tant qu'il est vu dans le champ de la glace, les faces sont planes mais ne sont pas parallèles; ces glaces peuvent cependant servir. Si l'objet ne bouge en aucun cas, les glaces sont excellentes au point de vue pratique.

2° Un second moyen indiqué par Miethe consiste à placer la glace sur une surface sombre et à regarder par réflexion un objet éloigné. Si un même point présente deux images et que la distance entre les deux images varie suivant la région de la glace qu'on examine, les faces ne sont ni planes, ni parallèles; la glace doit être rejetée. Si la distance entre les deux images reste constante, les faces ne sont pas parallèles, mais leurs rayons de courbure sont égaux. Si les deux images se confondent, les faces des glaces sont parallèles et leurs rayons de courbure sont égaux : elles sont alors d'un bon emploi.

On compensera les défauts de parallélisme en collant deux glaces de façon à obtenir la même épaisseur uniforme du bloc ainsi préparé. Des raies peu profondes n'ont pas d'importance ; on maniera ces glaces en les tenant par les bords et évitant la présence de la poussière et de tout corps dur qui pourrait les rayer.

1815. Position de l'écran. — La meilleure place pour l'écran est sans contredit au contact de la couche sensible. Ce dispositif nécessite des écrans lourds, encombrants, fragiles, etc. Aussi, place-t-on l'écran dans le voisinage de l'objectif, soit dans le parasoleil, soit derrière l'objectif. Les écrans sont alors fixés dans des rondelles qui s'appliquent ou se vissent à l'instrument : la maison Beck (*fig. 78*) qui livre des écrans colorés, a établi un dispositif commode pour faire cette adaptation. La monture des porte-écrans de Sangar-Sheperd est constituée par une planchette à rainures dans lesquelles glissent les écrans carrés et que l'on fixe au tube de l'objectif. Quel que soit le dispositif adopté, la mise au point doit être faite avec l'écran en place.

On ne doit jamais placer l'écran entre les lentilles d'un objectif: comme l'a fait observer M. Calmels[1], cette insertion équivaut à modi-

1. *Le Procédé*, 1904, p. 125.

fier l'écart entre les lentilles, ce que l'on doit rigoureusement éviter quand on utilise de bons objectifs.

L'écran sur glace ordinaire non travaillée, placé devant la plaque sensible et à son voisinage immédiat, n'est utilisé qu'en photographie trichrome, et seulement dans les petits formats par raison d'économie. Il convient de placer l'écran à l'*avant* de l'objectif avec les

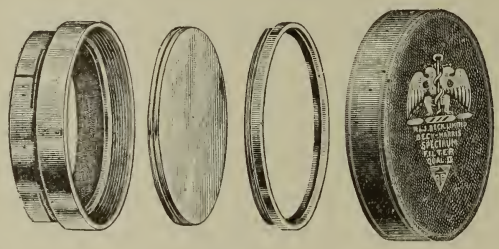

Fig. 78.

petits appareils à main pour le travail au dehors ; dans ce cas, l'écran sera protégé par un parasoleil, car si sa surface n'est pas dans un état de parfaite propreté il y a toujours diffusion de la lumière solaire et, par suite, voile général ou halo par lumière diffusée. Dans les ateliers ou au dehors avec les appareils de grandes dimensions, on utilise pour maintenir l'écran en place les boîtes à écran que l'on place derrière la planchette porte-objectif. Cette position permet de diminuer dans une faible mesure la courbure de champ donnée par l'objectif.

1816. Matières colorantes employées. — Pour la préparation des écrans jaunes, les substances organiques présentant à l'état de solution diluée d'un gramme pour *dix* litres d'eau une teinte jaune pur ou jaune verdâtre sont celles qui conviennent le mieux. Il y a lieu de rejeter certaines substances anciennement conseillées, telles que le chromate de potassium, le jaune primuline, la benzoflavine n° 2, le jaune acridine T, l'auramine, le jaune de Martius, le jaune de naphtol S. Les couleurs qui conviennent le mieux sont l'acide picrique, certains picrates et en particulier celui de calcium, la tartrazine, la cyclamine pure ; enfin, pour les radiations ultra-violettes, il convient d'employer l'esculine de Merck.

L'acide picrique convient pour la préparation d'écrans à contrastes et d'écrans légers. On ne peut pas dépasser la concentration de un milligramme par centimètre carré, parce que l'acide picrique en dis-

solution concentrée précipite la gélatine. Il en est de même des picrates : ces derniers sont, en général, plus colorés que l'acide dont ils dérivent ; celui de calcium est le plus intéressant à cause de sa grande solubilité. Une solution saturée à la température ordinaire contient 10 pour cent de picrate. On la prépare à l'aide d'acide picrique et de carbonate de calcium ; le picrate est jaune quand il est humide, devient orangé quand il est presque sec et reprend brusquement la teinte jaune quand il est complètement sec et que son poids reste constant.

La *tartrazine* de Meister, Lucius et Brüning a été recommandée par Miethe et semble être la meilleure matière pour les écrans à compensation ; mais elle est assez transparente aux rayons ultra-violets au-dessous de $\lambda = 362$; on doit l'additionner d'une matière absorbant les rayons ultra-violets.

La *cyclamine* pure de Gillet, Monnier et Cartier possède une coloration rouge violacée avec une bande d'absorption très nette vers $\lambda = 560$; elle peut donc convenir à la préparation d'écrans pour plaques orthochromatiques lorsqu'une action exagérée des rayons vert-jaune est à craindre.

Toutes ces matières colorantes sont à fonction acide et peuvent par conséquent être mélangées.

L'*esculine* de Merck est un excellent absorbant des rayons ultra-violets ; mais sa solubilité dans l'eau est très faible. Pour la préparation d'écrans secs dans la composition desquels entre ce produit, on remédie au manque de solubilité en employant au lieu d'eau distillée une solution saturée à froid d'esculine.

1817. Préparation des écrans. — Les données relatives à la préparation des écrans ont été fournies par H. Vogel, par Miethe[1] et par Konig[2], par Eder ; Callier[3] a précisé le mode d'emploi de la glycérine dans les écrans. Il n'a été ajouté rien de pratique à la technique formulée par ces auteurs dont les indications précises ont été bien des fois reproduites.

La matière la plus utilisée pour servir de véhicule à la couleur est la gélatine : les glaces bien nettoyées à l'eau et à l'alcool sont recouvertes de dissolution de gélatine colorée ; cette opération se fait à l'abri de toute poussière.

1. *Zeitschrift für Reproductions technick*, novembre 1901. — 2. *Die Farbenphotographie*. — 3. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1905, p. 188.

On prépare la dissolution de gélatine en faisant gonfler dans l'eau distillée 8 grammes de *gélatine blanche extra* de Winterthur. Après une heure d'immersion, on exprime le plus d'eau possible, la gélatine est placée dans un ballon jaugé à 100 c. c. On ajoute à l'aide d'une pipette graduée les solutions de matières colorantes et 3 c. c. de glycérine pure; on mélange le tout, on fait dissoudre à chaud à 50° C. au maximum; on complète le volume à 100 c. c. avec de l'eau distillée tiède, on mélange et on filtre sur un bon papier placé dans un entonnoir à filtration chaude; on a le soin de mouiller au préalable ce papier, et de verser la solution dans un ballon placé dans l'eau tiède en laissant écouler le liquide contre la paroi du ballon pour éviter les bulles ; on chauffe les ustensiles qui serviront à étendre la gélatine.

On place sur un trépied à vis calantes une glace épaisse qui fera l'office de table, que l'on amène au moyen d'un niveau d'eau à être rigoureusement horizontale ; cette glace doit être froide.

La glace destinée à être recouverte de gélatine est chauffée à 40°, placée sur un carton que l'on tient de la main gauche, tandis qu'on y laisse tomber sans bulles, au moyen d'une pipette chaude, 7 c. c. de solution de gélatine par chaque 100 c. c. de surface (glace de 10×10 centimètres) ; on incline la glace de divers côtés, de façon que la solution de gélatine la couvre en entier en aussi peu de temps que possible, mais sans dépasser nullement le bord. Au besoin, on étendra la gélatine avec l'extrémité de la pipette; on incline alors la surface portant la couche, de façon à régulariser autant que possible l'épaisseur, puis on fait glisser la plaque de carton sur la glace, disposée horizontalement à l'aide de vis calantes. On recouvre aussitôt d'un cristallisoir ou d'une cloche, pour éviter le dépôt de poussières pendant que la gélatine fait prise.

La pipette est soigneusement lavée et séchée; on passe à une autre glace.

Quand on a ainsi *coulé* un certain nombre d'écrans, on les met en une fois (pour éviter la poussière) dans un grand exsicateur à vide contenant des étagères pour recevoir les écrans. On fait le vide après avoir placé à la partie superieure de la cloche, et non dans le bas, un vase desséchant à acide sulfurique; les glaces sèchent en quelques heures. Si quelque défaut a éte constaté après l'étendage, il est inutile de soumettre la glace à la dessication.

Quand les écrans sont secs, on les examine et on rejette ceux qui présentent des stries accentuées; les stries faibles disparaissent lors-

qu'on cimente les écrans. Cette opération se fait dès que la gélatine est bien sèche; on l'effectue de la manière suivante : on passe le blaireau sur la couche de gélatine. Sur l'une de ces couches, on laisse tomber, au centre, une quantité largement mesurée d'une solution épaisse de baume du Canada dissous dans le chloroforme : c'est la solution employée en micrographie. On met également une goutte de baume au centre de la seconde couche de gélatine supportée par une autre glace; on place aussi une goutte de baume dans chacun des angles des deux plaques. On retourne alors brusquement la glace portant le moins de baume et l'on amène doucement les couches de baume du Canada en contact; on laisse tomber le second verre sur le premier aussi doucement que possible. Quand l'opération est bien faite, il n'y a pas de bulles d'air interposé et les gélatines n'adhèrent nulle part, accident qui arrive parfois avec les solutions contenant trop de glycérine. On enlève l'excédent de baume; on met sous presse entre deux glaces épaisses. Le baume s'épaissit en quelques jours; on enlève le baume qui a débordé sous l'influence de la pression. On nettoie au chloroforme et on borde l'écran avec du papier noir, comme s'il s'agissait de border une diapositive.

Les écrans ainsi préparés ne doivent pas être inutilement exposés à la lumière; ils se conservent bien, malgré la présence de la glycérine.

L'interposition des écrans sur le trajet des rayons lumineux déforme quelquefois l'image, et on attribue cette déformation au collage par le baume du Canada; en réalité, c'est la contraction de la gélatine qui produit les courbures du verre, courbures tout à fait comparables à celles que l'on constate dans l'emploi des pellicules. Les écrans constituent alors des lentilles perturbatrices qui nuisent considérablement à la netteté fournie par l'objectif, dont ils changent, d'ailleurs, la distance focale. Si l'on veut éviter l'emploi de la glycérine, on peut couler la solution de gélatine colorée sur des glaces dont l'envers porte déjà une émulsion sèche de gélatine : il se produit ainsi deux contractions agissant en sens inverse. Quand l'écran est achevé, après collage au baume du Canada, on peut enlever les couches extérieures.

On peut aussi fixer la glace à un bloc très résistant, empêchant les contractions. Dans ce but, on prépare une solution de gélatine à 4 %, contenant parties égales d'eau et de glycérine. D'autre part, on prépare des glaces très épaisses et de dimensions légèrement inférieures à celle de l'écran. Quand la gélatine colorée a complètement fait

prise sur les glaces minces, on laisse tomber sur les glaces épaisses quelques centimètres cubes de solution de gélatine à 50 % de glycérine : cette solution doit être chauffée au point nécessaire pour amener la fusion, mais pas au delà. On dépose alors sur la glace épaisse la glace mince portant la gélatine colorée. Les deux glaces sont ainsi soudées par une colle à point de fusion peu élevé. On séparera les glaces épaisses d'avec l'écran lorsque le baume du Canada sera durci : il suffit pour cela de chauffer légèrement. Entre temps, la glace mince sera à l'abri des déformations provenant de la gélatine ou du collage au baume.

1818. Proportion de matière colorante par unité de surface. — Les quantités de matières colorantes pures sont indiquées en grammes et par centimètre carré de surface recouverte de solution colorée, pour les écrans *secs;* en centimètres cubes pour 1 centimètre d'épaisseur, pour les écrans *liquides*.

On obtient un écran à *compensation*, de teinte légère, en employant une solution saturée d'esculine et un cinquante-millième de tartrazine (1/50.000); avec la plupart des bonnes plaques orthochromatiques du commerce, l'augmentation de la durée du temps de pose est de 4 à 6 fois.

Pour le paysage, lorsque le sujet comporte des verdures claires, on emploie la solution saturée d'esculine, un trente-millième de tartrazine (1/30.000) et un cent-millième de cyclamine (1/100.000); le coefficient de pose varie de 15 à 25.

Si la plaque orthochromatique est préparée à l'aide de la pinachrome, on utilisera un écran à compensation contenant de l'esculine, un trente-cinq-millième de tartrazine (1/35.000); le coefficient de pose est 6 à 8.

On obtient aussi de bons écrans à *contrastes* par l'emploi du picrate de calcium. L'écran léger contient un cinquante-millième de picrate de calcium (1/50.000); le coefficient de pose varie de 2 à 5. S'il s'agit de paysages avec des lointains très clairs, on préparera l'écran avec moitié moins de picrate, soit un vingt-cinq-millième (1/25,000); pour des lointains moyennement brillants, on emploiera un écran contenant un dix-millième (1/10.000) de picrate de calcium; si les lointains sont brumeux, on augmentera la dose de picrate de calcium jusqu'à un millième (1/1.000). Le coefficient de pose sera de 8 à 12.

Si le paysage comporte en même temps des verdures sombres et claires avec des lointains brumeux, on emploiera un millième de picrate de calcium et un cent-millième de cyclamine : le temps de pose est alors fortement augmenté et le coefficient peut arriver à 20. Pour des lointains très brumeux, sans verdure, on emploiera un dix-millième de picrate de calcium et un cinq-millième de tartrazine. Le coefficient de pose varie de 10 à 15.

L'écran à *contrastes* est celui que l'on emploie quand il y a à photographier des lointains brumeux avec des verdures claires et sombres. Le plus foncé se prépare avec un dix-millième de picrate de calcium, un cinq-millième de tartrazine et un cent-millième de cyclamine. L'augmentation de la durée de la pose est considérable et dépasse 25 avec la plupart des meilleures plaques.

On peut, d'ailleurs, préparer des écrans ne laissant passer que des zones restreintes du spectre. C'est ainsi qu'on obtient un écran *liquide* ne laissant passer que les rayons ultra-violets avec deux centièmes de solution saturée de nitrosodiméthylaniline, un dix-millième de violet cristallisé de Meister Lucius et Brüning, et un cent-millième de bleu de méthylène de cette même fabrique.

Un écran ne laissant passer que les rayons compris entre G et H se prépare avec une solution saturée d'esculine, un deux-millième de violet cristallisé et un cent-millième de bleu de méthylène.

Un écran sec ne laissant passer que les rayons bleus situés entre $\lambda = 500$ et G est préparé avec un vingt millième de bleu carmin de Meister, Lucius et Brüning, un vingt millième de violet cristallisé, un vingt millième de bleu de méthylène.

Ces écrans laissent passer un peu de rouge de l'extrémité du spectre, en sorte que l'écran ultra-violet ne paraît pas complètement opaque : mais ce rouge est absolument sans action sur les plaques ordinaires au bromure d'argent pendant la durée normale de la pose ; il suffit d'ajouter de l'esculine à l'écran pour ultra-violet pour s'en assurer.

Les coefficients indiquant l'augmentation de la durée de la pose varient avec la nature de la plaque employée et, pour une même plaque, avec la nature du sujet à photographier. Il ne faut pas une exposition plus longue pour photographier une fleur d'un jaune pur avec écran de picrate, par exemple, que sans écran : au contraire, le même écran de picrate aura un coefficient de pose considérable s'il s'agit de photographier un lointain perdu dans des vapeurs bleuâtres.

Il y a lieu de remarquer que l'accroissement de l'éclairement détermine un surcroît d'activité du vert et de l'orangé, tandis qu'inverse-

ment toute cause d'affaiblissement de la lumière diminue leur activité et augmente donc leur coefficient de pose, relativement à l'écran violet.

Dans des conditions météorologiques comparables, l'action du bleu est prépondérante aux dernières heures de la journée, et les coefficients de pose du vert et de l'orangé s'accroissent.

La lumière naturelle renferme, en automne et surtout en hiver, proportionnellement moins de vert et d'orangé qu'en été, et les temps de pose pour ces couleurs doivent donc être proportionnellement plus longs. Par temps brumeux et quand il pleut, l'activité du vert et de l'orangé est réduite, et en conséquence leurs coefficients doivent être plus grands. A une heure quelconque, l'activité du vert et de l'orangé est proportionnellement moindre à l'ombre qu'au soleil; les coefficients pour ces couleurs sont donc, eu égard à celui du violet, plus grands à l'ombre qu'au soleil.

1819. Écrans pour procédés trichromes. — On utilise surtout les écrans liquides en trichromie : on les prépare avec des solutions de réserve faites avec la matière colorante et de l'eau distillée. L'écran *violet* se prépare en faisant dissoudre à chaud, dans 240 c. c. d'eau distillée additionnée de 5 à 6 gouttes d'acide acétique cristallisable, 3 grammes de violet de méthyle cristallisé et 1 gramme de bleu de méthylène exempt de chlorure de zinc.

Pour préparer l'écran *vert*, on fait dissoudre dans 260 c. c. d'eau distillée 1 gramme de tartrazine chimiquement pure, et 2 grammes de bleu carmin; la dissolution se fait à chaud. Si on tient à éliminer le rouge extrême qui passe au travers de cet écran liquide, on dissoudra dans 550 c. c. d'eau tiède 3 grammes de bleu carmin, 2 gr. 5 de tartrazine et 2 grammes de vert naphtol chimiquement purs.

L'écran *orangé* se prépare en faisant dissoudre dans 400 c. c. d'eau distillée tiède, non acide, 2 gr. 5 du mélange colorant rigoureusement dosé et préparé par Meister, Lucius et Bruning sous le nom de rouge pour écran n° 1.

Pour la confection d'écrans *jaunes* et quelle que doive être l'intensité finale des écrans, on prépare une seule solution de réserve renfermant par litre 1 gramme de tartrazine chimiquement pure.

L'épaisseur intérieure des cuves à faces parallèles étant variable, on doit faire varier la concentration en proportion inverse de l'épaisseur pour conserver une même intensité. Avec une pipette, on pren-

dra 10 c. c. de chacune des solutions de réserve, et on les amènera, pour les épaisseurs données, aux volumes inscrits ci-dessous :

Épaisseur	5	6	7	8	9	10 m. m.
Volumes du liquide	500	600	700	800	900	1,000 c. c.

Pour les écrans jaunes destinés à être employés avec des plaques orthochromatiques, la dilution dépendra de la nature de la plaque suivant qu'elle sera sensibilisée au pinachrome, à l'homocol, etc.; dans ces divers cas, on prendra 30, 40 ou même 50 c. c. de la solution de réserve et on l'amènera au volume indiqué.

Les solutions ainsi diluées s'altèrent assez rapidement à la lumière[1], de telle sorte que les écrans préparés par ce moyen sont inutilisables après deux ou trois jours.

Les écrans employés en trichromie ne sont pas toujours correctement préparés et ne répondent pas aux *desiderata* théoriques. Les écrans ne laissant passer qu'une bande étroite du spectre ne peuvent en aucun cas permettre, lors de la synthèse définitive, l'obtention de nuances pures. D'après le Dr Arland[2], l'écran violet ne devrait absorber que le jaune, l'écran vert ne devrait absorber que le rouge, et l'écran orangé ne devrait absorber que le bleu. On constate souvent au contraire, avec bon nombre d'écrans du commerce, que l'écran violet est presque bleu et absorbe tout le rouge qu'il devrait laisser passer; dans ces conditions, tous les rouges se retrouvent dans la planche du jaune et viennent alors non pas en rouge, mais en orangé. L'écran vert devrait être beaucoup plus bleu qu'il ne l'est habituellement. Les écrans orangés conviennent en général assez bien, quoique leur intensité de coloration soit souvent trop considérable.

Le Dr Miethe a indiqué diverses formules de préparation d'écrans que l'on place au contact de la plaque sensible pour négatifs trichromes; il utilise comme matière colorante le rose Bengale, la tartrazine, le vert acide brillant 6B, le bleu Victoria nouveau et le violet de méthyle. Les solutions de gélatine sont faites avec 9 grammes de gélatine pour 100 c. c. d'eau.

L'écran rouge s'obtient en coulant sur une glace à raison de 10 c. c. par 80 c. c. le mélange obtenu en versant 1 c. c. 5 de solution à 2 pour 100 de rose Bengale dans 20 c. c. de gélatine, puis en collant à l'aide de baume sur cette glace, après séchage, une autre glace colorée à la tartrazine; la solution colorante est obtenue en dissolvant 4 grammes de tartrazine dans 100 c. c. d'eau : de cette solution on ajoute 20 c. c. à 200 c. c. de solution de gélatine. On coule 10 c. c. de ce mélange par 80 centimètres carrés de surface à couvrir. Cet écran doit absorber toutes les radiations jusqu'à la raie D.

L'écran vert s'obtient en ajoutant à 6 c. c. de la solution de gélatine 1,6 c. c. de vert acide brillant 6 B en solution à 1 pour 100, puis 8 gouttes de la solution de tartrazine à 4 pour 100. On coule ce mélange sur une super-

1. *Le Procédé*, 1905, p. 131. — 2. *Ibid.*, 1905, p. 98.

ficie de 80 centimètres carrés. Cet écran élimine le violet et ne laisse passer du bleu que la proportion juste necessaire : il laisse passer l'extrême rouge; on le double d'une glace optiquement polie sur ses deux faces.

L'écran bleu doit laisser passer librement le rouge en arrêtant le vert à partir de la raie F. Pour 80 centimètres carrés de surface à couvrir, on ajoute à 13 c. c. de la solution de gélatine 2 c. c. d'une solution à 1 pour 100 de bleu Victoria, puis 2 c. c. d'une solution de violet de méthyle à 4 pour 1000. On double d'un écran jaune très léger, qui permette aux rouges d'agir sans être trop devancés par les bleus. On l'obtient en ajoutant à 120 c. c. de solution de gélatine cinq à six gouttes de solution de tartrazine pure à 4 pour 100 et coulant ce mélange à raison de 10 c. c. par 80 centimètres carrés.

Avec des plaques sensibilisées au rouge d'orthochrome T, les temps de pose sont, à peu de chose près, les mêmes avec ces écrans rouge et bleu; la pose est un peu plus courte avec l'écran vert.

1820. Formules diverses. — Les écrans constitués par des liquides colorés peuvent être utilisés soit pour le procédé trichrome, soit pour la reproduction des tableaux, soit enfin pour la photomicrographie; en général ces écrans ne laissent passer que des rayons limités à une étroite bande du spectre. En ajoutant quelques gouttes d'acide acétique cristallisable à une solution d'acétate de cuivre, et ensuite goutte à goutte une solution concentrée de safranine jusqu'à extinction du bleu, du vert et du jaune, on obtient un liquide orangé ne transmettant que les radiations comprises entre C et D.

La même solution d'acétate de cuivre acidulée, additionnée d'acide acétique et de quelques cristaux d'acétate de cuivre que l'on fait dissoudre en chauffant le liquide, fournit une solution vert jaune.

On obtient un liquide ne faissant passer que le vert en ajoutant goutte à goutte une solution d'ammonio-carbonate de cuivre à une solution de bichromate de potasse saturée, et cela jusqu'à ce qu'il ne passe plus de rayons rouges; on ajoute en dernier lieu trois ou quatre gouttes d'une solution de fluorescéine.

Le mélange d'une solution faible de vert de méthyle et d'une solution d'acétate de cuivre fournit un liquide qui ne laisse pas passer les rayons rouges.

L'écran violet peut être obtenu avec un liquide préparé en mélangeant une solution d'oxyde de cuivre ammoniacal suffisamment diluée avec une quantité suffisante de permanganate de potasse jusqu'à ce que les rayons transmis soient compris entre F et G.

L'écran rouge est constitué par du carmin picrique d'Orth. On fait dissoudre du carmin dans une solution de carbonate de lithine et on ajoute de l'acide picrique.

On peut préparer des écrans jaunes à l'aide d'auramine. M. Castellani[1], utilise pour cela une solution de 50 c. c. de collodion à 4 % de coton-poudre, auquel on ajoute 20 c. c. d'éther et une quantité variant de 3 à 6 c. c. de solution d'auramine à 5 % dans l'alcool. Ce mélange s'étend à la façon ordinaire sur la glace bien nettoyée.

1. *Soc. fot. ital.*, 1903, n° 7.

On trouve actuellement dans le commerce des écrans colorés, régulièrement étalonnés; la maison H. Calmels livre des écrans fabriqués d'une façon très régulière. Les écrans jaunes de Guilleminot et Bœpsflug sont de nuance identique en quatre intensités; l'augmentation moyenne de durée de pose dûe à la présence de ces écrans est environ deux, trois, quatre, six fois la durée du temps de pose nécessité sur plaque Guilleminot sans l'interposition d'écran.

§ 3. — Prismes, miroirs.

1821. Emploi du prisme. — Dans les ateliers industriels de reproduction mécanique on utilise les prismes dits à réflexion totale pour obtenir le retournement de l'image. On a quelquefois placé le prisme entre les deux lentilles de l'objectif (I, **179**), ce qui suppose un écartement assez considérable des deux lentilles; mais le plus souvent la monture du prisme à réflexion totale se visse à la place du parasoleil de l'objectif, et ce parasoleil lui-même se visse alors sur la face antérieure du prisme. Dans ces conditions, le parasoleil est reporté à une assez grande distance en avant de l'objectif et il réduit le champ dans des proportions souvent assez grandes. MM. Clerc et Calmels[1] ont montré que dans ce mode de montage l'ouverture antérieure de la monture doit être non pas un cercle, mais un rectangle proportionnel à la plaque à couvrir.

Avec une telle disposition, l'objectif reçoit en porte à faux une charge assez considérable : la monture fléchit, le verre est comprimé et la netteté de l'image disparaît; il faut d'ailleurs assez de temps pour assurer le parallélisme de la face antérieure du prisme avec le plan du modèle.

On évite tous ces inconvénients en utilisant le système préconisé par MM. Clerc et Calmels : il suffit de monter le prisme *derrière* l'objectif. La monture du prisme est vissée à demeure sur une planchette qui se substitue quand besoin est à la planchette d'objectif; la face antérieure du prisme est munie d'une bague possédant le même pas que la rondelle d'objectif. Toute la charge du prisme est ainsi reportée sur la chambre, l'objectif travaille dans des conditions normales et le parallélisme de la face d'émergence du prisme avec le plan de la préparation sensible peut être assuré une fois pour toutes par une construction soignée comme la réalisent les bons construc-

1. *Le Procédé*, 1905, pp. 13, 75.

teurs. Lacour, Krauss en France, Steinheil, Voigtlaender, Zeiss, Gœrz, etc., construisent des prismes en crown aussi incolore que possible, exempt de trempe, à faces rigoureusement planes et taillées à angle droit. La surface de l'hypothénuse est argentée et la monture de l'objectif permet de faire tourner l'ensemble, prisme et objectif, de façon à fixer le prisme dans la position convenable.

L'acquisition d'un prisme pour objectifs de grandes dimensions est coûteuse; aussi préfère-t-on pour ces objectifs employer le miroir pour le retournement de l'image.

1822. Emploi du miroir. — Les inconvénients qui proviennent de l'emploi des prismes à réflexion totale n'existent pas quand on utilise les miroirs plans; en particulier la perte de la lumière par absorption a une assez grande importance quand il s'agit de prismes de 10 centimètres d'épaisseur. Le miroir plan, argenté sur sa face extérieure, fait perdre seulement 10 % de la lumière incidente, et cette perte porte surtout sur les radiations ultra-violettes qui contribuent à altérer la netteté de l'image. Le prix d'achat d'un miroir est considérablement inférieur au prix d'achat d'un prisme. Si ce dernier est d'un emploi plus commode pour les objectifs de petits et de moyens formats, l'emploi de miroir est plus avantageux pour les grandes dimensions.

Le miroir exige quelques précautions journalières d'entretien : l'argenture superficielle étant sujette à se ternir sous l'influence des vapeurs qui peuvent exister dans l'atmosphère et en particulier des vapeurs sulfureuses, le miroir doit être éloigné des laboratoires dans lesquels se produisent ces vapeurs. Le miroir doit être replacé chaque soir dans son écrin et poli au début de chaque journée d'emploi avec une peau de chamois chargée de rouge extra-fin. Le mieux est d'opérer à l'aide d'un tampon de peau, très légèrement recouvert de rouge anglais extra-fin et *fortement brossé* à l'aide d'une brosse à bijoux un peu rude, ne servant qu'à cet usage; le tampon, la brosse et le miroir doivent être absolument *secs*. Toute trace d'humidité tend à faire soulever la couche d'argent qui n'adhère plus au verre et se soulève par place; une nouvelle argenture devient nécessaire (IV, **883**).

Le miroir ou le prisme placés à l'arrière de l'objectif ne sont pas fixés au cadre destiné à supporter la planchette de l'objectif : dans ces conditions, en effet, la partie antérieure de la chambre noire mas-

querait une partie du champ. Le miroir est disposé dans une boîte cubique, faisant un angle de 45° avec l'axe de l'objectif, et cette boîte cubique se fixe, à l'aide de crochets et de support convenables, à un tronc de pyramide quadrangulaire qui sert d'allonge. La construction de ces troncs de pyramide doit être faite de façon à obvier aux risques de flexion du corps avant de l'appareil; ils doivent être beaucoup plus robustes que ceux, trop légers, dont on fait usage dans les ateliers.

MM. Clerc et Calmels ont disposé à l'intérieur de la boîte à miroir, sans rien masquer du champ de l'objectif, des glissières pour les châssis porte-écrans ou porte-cuves de sélection trichrome. Ce nouveau modèle de boîte à miroir et à écrans constitue un très bon dispositif. Le champ embrassé par un objectif muni de ces appareils est sensiblement le même que celui de l'objectif employé seul.

CHAPITRE V.

CHAMBRES NOIRES ET ACCESSOIRES.

§ 1er. — Chambres sur pied.

1823. Chambres et pieds d'atelier. — Les chambres d'atelier sont destinées soit à la production des négatifs de portraits, soit aux travaux industriels; dans le premier cas, il est fort utile d'opérer aussitôt que possible après la mise au point, de façon à saisir l'attitude du modèle. Dans ce but, on a utilisé les chambres à reflexion (I, p. 245); mais elles nécessitent l'emploi de miroirs de grande surface à cause des dimensions même de l'objectif à portraits. Le nouveau dispositif imaginé par M. Dallmeyer permet d'arriver très simplement au même résultat. Il consiste en un chariot analogue aux chariots multiplicateurs et portant comme eux un verre finement dépoli. La mise au point se fait comme d'habitude; quand elle est réalisée, il suffit de pousser le châssis vers la droite et de presser sur la poire. Cette manœuvre s'effectue en une fraction de seconde; elle suffit pour retirer le volet du châssis qui est solidement retenu sur la gauche, tandis que la pression faite par la poire démasque la plaque sensible en soulevant deux volets; l'exposition peut être prolongée aussi longtemps qu'il est nécessaire. Le châssis est de forme carrée et permet de placer la plaque soit en long, soit en travers. Cet accessoire, construit en excellent acajou, est d'un fonctionnement très précis; son emploi est utile pour obtenir les portraits d'enfant.

Dans le même ordre d'idées, M. Gilles a construit une double chambre noire à obturateur à rideau et à châssis multiplicateur; cet appareil a été établi sur les indications de M. Melcy[1]. Les deux chambres noires sont superposées et munies chacune d'un objectif

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1906, p. 44.

de foyer identique. Celui de la chambre supérieure forme son image sur un verre douci dont le plan vertical coïncide exactement avec celui de la plaque sensible contenu dans le châssis, lorsque celui-ci est disposé sur la chambre inférieure. Le verre dépoli est disposé de façon à recevoir des caches métalliques permettant une mise en plaque rigoureuse.

Le chariot multiplicateur qui est à la partie inférieure reçoit un châssis 18×24 qui permet d'obtenir : soit deux poses pour carte album en 18×24, deux poses en carte de visite 13×18, ou encore une pose 18×24 ou une pose 13×18; dans ce but, on utilise les dispositifs connus employés dans les bons multiplicateurs. Devant le chariot multiplicateur se meut un obturateur à rideau et à vitesses variables se déplaçant aussi près que possible de la plaque sensible; ce rideau est à deux fentes permettant, sans qu'il soit nécessaire de le réarmer, d'impressionner successivement deux moitiés d'une même plaque.

Le dispositif servant à armer l'obturateur est celui des obturateurs à rideau ne démasquant pas la plaque sensible. Quand l'obturateur est armé, le châssis mis en place et la plaque découverte, on observe sur le verre douci l'image du modèle, on met au point et on déclenche au moment précis où le sujet se présente dans les meilleures conditions. On déplace le chariot portant le châssis et on impressionne la seconde moitié de la plaque au moment considéré comme le plus favorable.

Ces deux dispositifs permettent d'obtenir facilement des portraits en des poses naturelles ; le modèle est photographié sans qu'il ait été prévenu et sans qu'il se croit obligé à une immobilité complète.

Les pieds d'atelier recevant le plateau mobile qui porte la chambre noire sont constitués par quatre poteaux munis de crémaillères; ces poteaux viennent souvent buter sur le sol avant d'être descendus au niveau voulu. M. Gilles a créé un type de pied permettant de faire descendre l'appareil au ras de terre et de l'élever aussi à une hauteur assez grande. Le dispositif d'engrenage des montants n'est plus fixé à la partie inférieure du pied, mais assujetti au plateau qui coulisse entre les poteaux fixes à crémaillères. Ce pied possède, en outre, les mouvements habituels d'inclinaison du plateau.

1824. Chambres de voyage. — M. Mackenstein a établi sous le nom de chambre *Protée* un appareil de touriste pouvant donner

tous les formats jusqu'au 18 × 24 à l'aide d'un châssis additionnel. Cette chambre est normalement construite pour le format 15 × 21 et peut, à l'aide d'intermédiaires, servir pour tous les formats du 13 × 18 au 6,5 × 9. A l'aide d'un avant-corps qui s'attache à la chambre au moyen d'une platine métallique à encoches, elle peut

Fig. 79.

servir aux agrandissements et également aux réductions. Elle peut aussi être utilisée pour vues stéréoscopiques. Il suffit de lui adapter une planchette d'objectif à écartements variables (*fig. 79*). Dans ce cas, elle peut devenir un appareil transposeur de vues stéréoscopiques, ce qui permet d'imprimer en une fois les deux images. En uti-

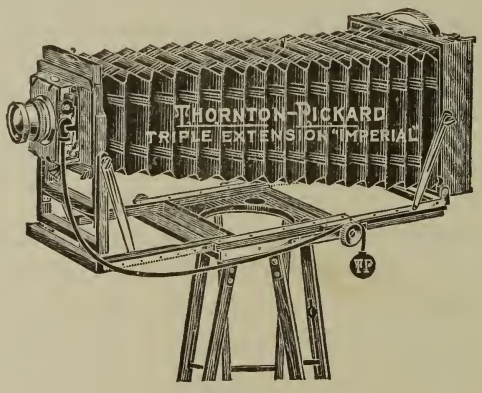

Fig. 80.

lisant de simples repères tracés sur la planchette, en écartant plus ou moins les objectifs ou en donnant plus ou moins de tirage à la chambre, la diapositive obtenue peut être du format que l'on veut, résultat très appréciable pour les amateurs qui ne possèdent qu'un seul stéréoscope [1].

MM. Thornton-Pickard ont construit une nouvelle chambre noire

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1904, p. 416.

de touriste. La base est à très long tirage (59,5 centimètres pour le 13 × 18), grâce à deux coulisses rentrantes mobiles à l'aide de crémaillères (*fig. 80*). Elle permet aussi l'emploi d'objectifs de très court

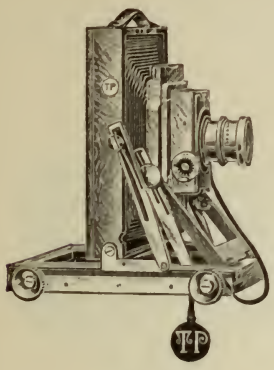

Fig 81.

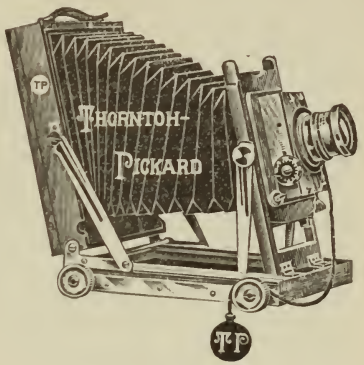

Fig. 82.

foyer (75 millimètres) (*fig. 81*). L'arrière est à triple bascule (*fig. 82*) ; la partie antérieure peut s'incliner d'avant en arrière ou d'arrière en avant (*fig. 83*), de façon à assurer le parallélisme de la

Fig. 83.

planchette d'objectif et de la glace dépolie. L'appareil se replie d'ailleurs très facilement (*fig. 84*) et forme alors un bloc peu épais. La base est munie d'une rondelle tournante en bronze dans laquelle se place pour le transport l'obturateur muni de son objectif. Les châssis

à volets sont du système ouvrant (*fig. 65*) et la partie du volet qui est articulée est absolument étanche à la lumière.

MM. Watson et Sons ont récemment appliqué la base à « *triple extension* » à leurs célèbres appareils *Acme* (I, **108**).

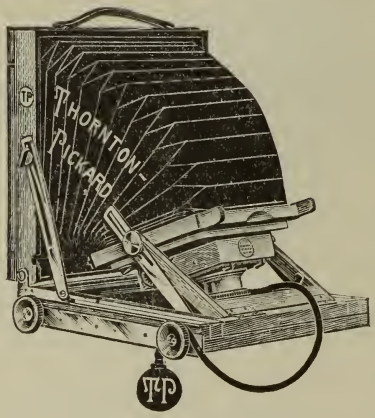

Fig. 84.

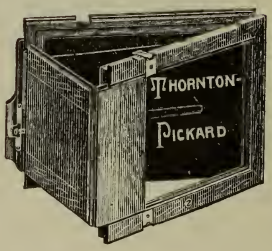

Fig. 85.

M. Dallmeyer construit sous le nom de *chambre Sanderson* un modèle de chambre noire qui comporte tous les perfectionnements dont la pratique a démontré l'utilité ; la base de cette chambre est mobile à l'aide d'une crémaillère ; le cadre postérieur glisse sur cette base à l'aide de guides placés extérieurement. La planchette porte-objectif peut prendre toutes les positions autour des joues métalliques qui la supportent. Le soufflet, en forme de tronc de pyramide dont les bases diffèrent peu, permet l'emploi d'objectifs de court foyer sans que l'on ait à craindre les ombres portées par les plis du soufflet. La position verticale de la planchette est indiquée par un aplomb placé sur le côté ; la planchette peut d'ailleurs être disposée au voisinage du cadre arrière, de façon à utiliser des objectifs de très court foyer. L'appareil est soigneusement construit en acajou et muni de châssis doubles à volet à demi-rideau, ce qui assure une étanchéité complète à la lumière.

Le même constructeur a établi une chambre à main du genre folding, mais permettant l'emploi d'objectifs à très long foyer. Le soufflet en forme de tronc de pyramide est contenu dans un cadre de bois qui fait corps avec la partie arrière quand on utilise les objectifs de foyer moyen, mais qui sert à maintenir la base lorsque l'on

utilise l'appareil avec le maximum de tirage. La chambre noire est de forme carrée, et lorsqu'on l'emploie sur pied, le cadre qui porte la glace dépolie et les châssis peut être disposé de façon à fournir une image soit en hauteur, soit en largeur. L'obturateur et l'objectif se logent dans l'épaisseur du cadre. La longueur du tirage est de

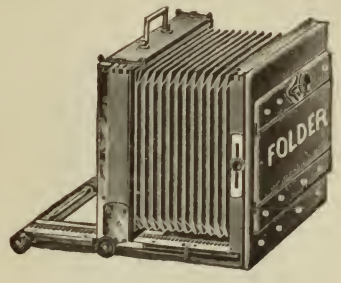

Fig. 86.

38 centimètres pour le quart de plaque et les dimensions sont 17 × 15 × 14 centimètres quand l'appareil est replié ; il est recouvert en fort maroquin et ne présente aucune saillie, sauf celle de la poignée qui sert à le transporter.

Les appareils *Folder*, de Demaria frères (*fig. 86*), sont extrême-

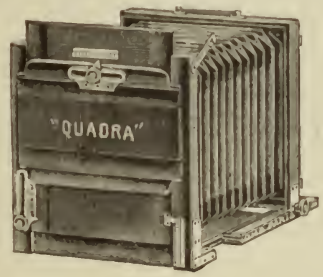

Fig. 87.

ment pratiques pour tous les travaux photographiques ; le soufflet rectangulaire ou carré permet d'excentrer fortement l'objectif, ce qui est utile dans bien des cas. La chambre noire, que les mêmes constructeurs désigne sous le nom de *Quadra*, présente les dispositifs généraux des chambres anglaises à double tirage et à double bascule : elle se fixe sur le pied à l'aide d'un disque tournant qui permet d'orienter facilement l'appareil. Les modèles *Quadra mixte* tiennent

le milieu entre la chambre de voyage et la chambre d'atelier ; le soufflet (*fig. 87*) est de forme carrée, et le double décentrement de la planchette qui porte l'objectif peut être mesuré à l'aide de deux réglettes indicatrices divisées. Dans le modèle *Congrès,* des mêmes constructeurs, les mêmes réglettes indiquent l'étendue dn décentrement, mais le soufflet du type cône tournant (*fig. 88*) peut se déta-

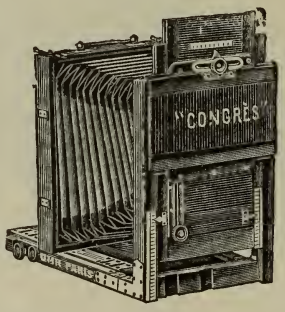

Fig. 88.

cher, ce qui permet d'enlever le corps d'arrière et de l'utiliser comme portion de chambre à trois corps.

MM. Demaria ont créé un dispositif permettant d'obtenir un effet pseudo-panoramique avec les appareils dits touristes. Un second corps s'adapte à l'arrière de l'appareil en venant se fixer au logement normal des châssis et s'agrafe à la base de la chambre noire. Un soufflet le relie à un cadre recevant soit le nouveau châssis de mise au point, soit le châssis négatif de forme allongée spécial à ce genre de travaux.

§ 2. — Chambres a main.

1825. Appareils de forme rigide. — Le type moyen de l'appareil à main est caractérisé par l'emploi d'un obturateur de plaque à grand rendement et d'un objectif dont l'ouverture est voisine de *f*/6. Une ouverture plus grande, nécessaire seulement dans les cas de vitesse extrême par faible lumière, expose à de fréquentes erreurs dans la mise au point du sujet principal. La forme d'appareil portatif qu'il convient d'utiliser est la forme rigide si la dimension est petite ; c'est, au contraire, la forme pliante, du type *folding*, si l'objectif est de foyer supérieur à 8 centimètres. L'appareil doit être à décentrement ; le viseur dont il sera muni sera assez clair et assez grand pour permettre une mise en plaque exacte et rapide du sujet. Cette mise en plaque sera faite d'une façon précise, et, dans ce but, on uti-

lisera soit un niveau d'eau, soit un pendule. L'appareil pourra recevoir soit des plaques, soit un magasin, de telle sorte que l'on puisse loger dans son étui l'appareil muni de son magasin et mettre en poche deux ou trois châssis qui seront utilisés pour les poses sur pied. Pour le travail courant on doit utiliser les préparations sur support de verre; les pellicules pourront être réservées pour les photographies à faire pendant un voyage d'une certaine durée.

Le premier type est en somme celui de l'ancienne chambre pliante; le second est celui de la jumelle plus ou moins déformée. Ce dernier type présente l'avantage d'une mise en station très rapide, mis il présente l'inconvénient de provoquer souvent sur la plaque des taches provenant de la poussière, taches qui sont moins fréquentes dans les appareils à châssis. On peut éliminer une forte proportion de ces poussières, avant le chargement du châssis, à l'aide du procédé suivant : on prend un bâton de cire à cacheter ou un porte-plume en gutta-percha que l'on frotte de façon à l'électriser; cela fait, on l'introduit dans l'appareil en le maintenant à quelques millimètres des côtés. Les poussières se fixent sur le bâton de cire utilisé et, si l'on a le soin de répéter l'opération deux ou trois fois, on arrivera à débarrasser l'appareil de ses poussières plus commodément que par tout autre procédé[1].

Le *Photo-ticket* de M. Turillon est un appareil en aluminium fondu sur lequel est monté un objectif de très grande rapidité du type Petzval et d'ouverture *f*/4,5; à pleine ouverture, il couvre une plaque de 4×5 centimètres. L'appareil est muni d'un obturateur de plaque derrière lequel se placent des châssis métalliques. Un autre appareil plus petit permet d'obtenir des images de 21×27 millimètres[2].

Dans le *Pocket-Focal* Hanau, l'épaisseur totale de l'appareil n'est pas de de 3 centimètres; mais comme le foyer de l'objectif a une dimension supérieure, on le monte sur un tube qui coulisse à frottement doux et rentre dans l'épaisseur de la chambre; on le retire au moment de faire le négatif. La mise au point n'est pas nécessaire puisqu'à partir de $1^{m}50$ les objets sont reproduits nettement sur la plaque. L'obturateur de plaque est analogue à celui que l'on utilise sur les grands appareils. Les négatifs sont destinés à être agrandis; l'image obtenue n'a que 35×50 millimètres. M. Hanau a adopté avec raison le format $4,5 \times 6$ parce que ce format existe et se trouve chez tous les marchands de fournitures pour la photographie.

Parmi les appareils de format très réduit, il convient de citer la canne photographique. Un objectif est fixé à la poignée recourbée d'une canne et une rainure permet d'introduire soit des châssis, soit une bobine de pellicule. Cette bobine permettant de faire vingt-quatre poses est fixée à l'opposé de l'objectif. L'extrémité de la pellicule s'engage sous des glissières de façon à faire passer la surface sensible derrière l'objectif : elle vient s'enrouler sur une bobine vide que l'on peut faire tourner de l'extérieur. La poignée est hermétiquement close et contient une réserve de bobines entourées de papier noir pour le chargement en pleine lumière. L'obturateur placé derrière l'objectif se manœuvre en appuyant sur un bouton situé au-dessous;

1. *Photographic News*, janvier 1904. — 2. *Photo-Gazette*, 1905, p. 102.

il permet la pose et l'instantanée. L'image, de la grandeur d'un timbre-poste est susceptible d'être agrandie[1].

M. L. Block a établi sous le nom de *Physio-pocket* un appareil destiné à la photographie documentaire ; l'appareil permet d'opérer en regardant de côté, de sorte que l'on peut saisir le sujet à son insu en lui conservant son attitude naturelle. Comme aspect, le *Physio-pocket* est une lunette d'approche : on le tient d'une main en lorgnant devant soi, mais le viseur prismatique à double réflexion dissimulé dans l'oculaire renvoie à l'opérateur l'image qui se trouve sur le côté. L'objectif est situé sur la portion demi-cylindrique de la chambre noire. C'est sur la partie plate que se trouve la coulisse qui reçoit les petits châssis contenant des plaques du format 45 × 60 millimètres. Une disposition spéciale de cette coulisse permet de varier légèrement la position du châssis, suivant qu'on veut opérer à 1, 2, 5 mètres, distance à partir de laquelle l'appareil est toujours au point[2].

Les appareils qu'on désigne sous le nom de *Détectives* rentrent dans la catégorie des jumelles, mais présentent l'aspect d'un parallélipipède au lieu de celui d'un tronc de cône, qui est la forme donnée aux appareils du type des jumelles. Quand la dimension de l'appareil est un peu plus grande, il est indispensable d'adopter le système de châssis simple ou double (de préférence métalliques), à l'exclusion des systèmes à magasin. Le poids des plaques qui garnissent un magasin 9 × 12 est quelquefois suffisant pour empêcher que pendant la visée et le déclanchement la stabilité de l'appareil soit assurée, défaut qui se manifeste par un manque de netteté de l'image.

1826. Appareils pliants. — Les appareils pliants sont plus faciles à transporter que ceux qui sont de forme rigide ; leur mise en station est moins rapidement faite que celle des appareils rigides, et les divers organes qui servent à replier l'appareil peuvent prendre du jeu : c'est là l'inconvénient le plus sérieux qui résulte de l'emploi des instruments à main. Il est inutile de monter de très bons objectifs sur des appareils dont les charnières, vis de mise au point, etc., ne fonctionnent pas avec une extrême précision, ce qui est très souvent le cas des appareils à bas prix que l'on trouve dans le commerce. Les bons constructeurs savent établir des appareils dans lesquels la légèreté s'allie à la précision et à la solidité.

Dans l'appareil pliant du format 8 × 9 de la maison Mackenstein, l'obturateur est du type des obturateurs de plaque : l'ensemble de l'appareil présente les dimensions les plus réduites compatibles avec la solidité nécessaire ; il est très léger, car la plupart des ferrures et parties métalliques sont établies en aluminium afin de diminuer le poids. Le réglage de la fente de l'obturateur (*fig. 89*) peut donner depuis 1 millimètre jusqu'à 80 millimètres, ce qui, combiné avec les diverses tensions du ressort, permet d'obtenir des durées de pose de 1 : 2000 à 1 : 10e de seconde. L'instrument, muni de tous les perfectionnements des appareils modernes, peut recevoir des châssis simples métalliques, des châssis doubles à rideaux, un magasin

1. *The Photogramm*, 1903, p. 126, et *Photo-Gazette*, 1904, p. 190. — 2. *Photo-Gazette*, 1904, p. 222.

à tiroir pour douze ou dix-huit plaques ; on peut, enfin, lui adapter le châssis à rouleaux pour pellicules se chargeant en plein jour.

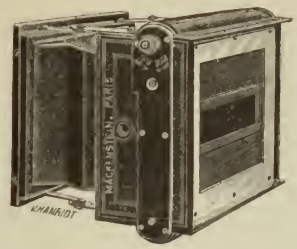

Fig. 89.

L'appareil *Takyr* construit par Krauss est muni d'un obturateur de plaque d'un modèle spécial, établi en 1905, et qui présente tous les avantages des obturateurs Sigriste (C, **1588**). Les très faibles largeurs de fentes moindres que 2mm5 s'obtiennent au moyen d'une pièce réglable par vis micrométrique et donnant une fente régulière et invariable. La manœuvre est à la fois des plus simples et des plus sûres : l'obturateur est indéréglable et fonctionne avec une précision parfaite. L'appareil est pliant et

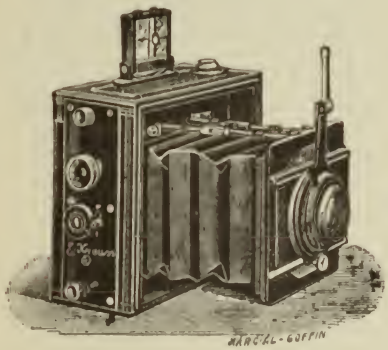

Fig. 90.

s'étend d'un seul coup (*fig. 90*). En tenant à la main le cadre portant l'obturateur, il suffit de tirer la partie frontale pour que l'appareil soit prêt à fonctionner : aucune autre manœuvre n'est nécessaire, car les arcs-boutants sans charnières viennent s'engager d'eux-mêmes à leur place. La planchette frontale qui porte l'objectif permet le décentrement dans tous les sens et le cadre arrière peut recevoir indistinctement des châssis doubles à rideaux, un châssis magasin, un châssis à rouleaux pour pellicules, des châssis métalliques, châssis Film-Pack, etc. Pour le format 9 × 12, le poids de l'appareil est de 1,050 grammes. La mise au point se fait par le coulant de l'objectif.

Un second modèle de Takyr est du genre des chambres Folding; il permet la mise au point à l'aide d'une glissière mue par une crémaillère : cette mise au point est obtenue très exactement soit par l'examen de l'image sur le verre dépoli, soit au moyen de l'échelle selon la distance en mètres du sujet. Cet appareil est construit en érable gris, gainé en maroquin; les pièces métalliques sont vernies noir ou nickelées, le soufflet est en peau anglaise. L'appareil est construit pour les formats 8,5 × 10, 9 × 12 et 13 × 18. Dans ce dernier format, il existe deux modèles : l'un admettant un tirage maximum de 40 centimètres, l'autre un tirage de 54,5 centimètres. Le poids de ce dernier appareil est de 2,750 grammes. Le même constructeur a d'ailleurs établi toute une série d'appareils basés sur les mêmes principes, mais avec obturateurs d'objectif, ce qui permet d'en diminuer le poids, le volume et le prix.

La maison Zeiss construit sous le nom de *Minimum Palmos* un appareil à main pliant, muni d'un obturateur de plaque : la mise au point s'effectue par le coulant de l'objectif; la fente de l'obturateur de plaque est réglable de l'extérieur.

Un excellent modèle de chambre noire à obturateur de plaque est cons-

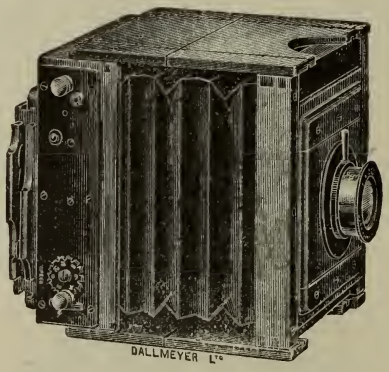

Fig. 91.

truit par M. Dallmeyer. L'appareil pliant est du type des anciens appareils à ailettes (*fig. 91*); il peut être utilisé pour les objectifs à foyer normal à mise au point par le coulant ou pour objectifs grands angulaires : c'est un instrument des plus pratiques.

Les *Hippographes* d'Hermagis sont des appareils du même genre, munis de l'obturateur de plaque Mathet-Hermagis à fente réglable et à éclipse s'armant sans démasquer la plaque. L'appareil fermé occupe un très faible volume (*fig. 92*). Pour le mettre en station, il suffit de tenir le cadre arrière et de tirer l'avant; des tirants d'acier maintiennent le parallélisme du cadre porte-objectif et du cadre portant l'obturateur. L'objectif K (*fig. 93*) peut être mis au point à l'aide d'un coulant hélicoïdal; les appareils sont construits pour le format 9 × 12. Dans le modèle le plus perfectionné, le réglage de la fente et l'armement de l'obturateur se font en une seule manœuvre; la vitesse à laquelle on opère est indiquée sur une plaque spé-

ciale : c'est là un avantage précieux dans la pratique. Un troisième modèle, qui possède tous les avantages exigibles d'une bonne chambre pliante se fait pour les formats 6,5 × 9, 9 × 12, 13 × 18 et pour les formats stéréos-

Fig. 92.

Fig. 93.

copiques 6 × 13, 9 × 18. Tous ces appareils sont d'une bonne fabrication ; e maniement en est facile, le poids et le volume en sont très réduits.

Le même constructeur livre sous le nom de *Complète pliante*, 9 × 12 (*fig. 94*), un appareil pliant muni d'un obturateur à guillotine donnant la pose facultative et l'instantanée; la planchette porte-objectif est munie du

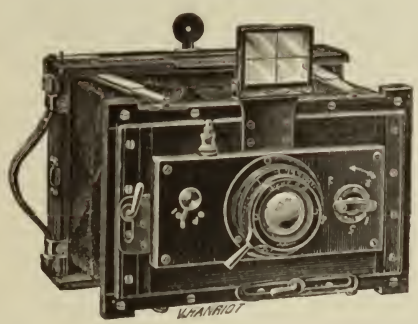

Fig. 94.

décentrement horizontal et vertical; la mise au point se fait par coulant hélicoïdal. Quand l'appareil est fermé, il occupe très peu de place (*fig. 95*); son poids pour le format 9 × 12 est 850 grammes. Ce modèle existe aussi dans les formats stéréoscopiques 6 × 13, 8 × 16 et 9 × 18.

Tout récemment, M. Fleury Hermagis a établi sous le nom de *Stéréomultiple* un appareil composé d'une chambre noire universelle en acajou verni intérieurement et gainée extérieurement en maroquin; un obturateur de

plaque est fixé à l'arrière de cette chambre du genre folding (*fig. 96*). Cet obturateur à fente instantanément réglable de l'extérieur n'augmente pas le

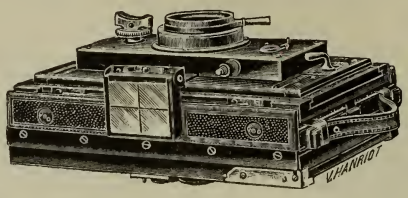

Fig. 95.

volume de l'appareil ; la fente a une largeur de 5 millimètres à 90 millimètres pour le 9 × 12 et 13 centimètres pour le 13 × 18. Ces appareils permettent l'emploi d'objectifs de différents foyers, de séparations mobiles pour

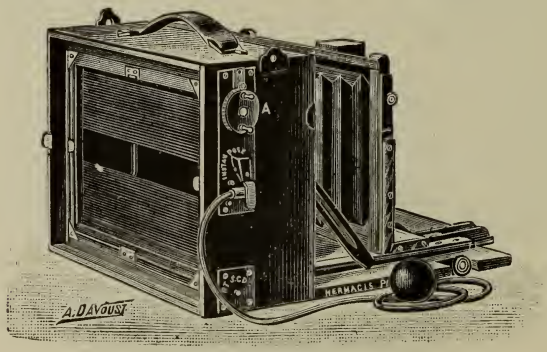

Fig. 96.

faire des stéréoscopies sur les formats 9 × 12 et 13 × 18, l'utilisation des téléobjectifs, etc.

L'appareil pliant Gœrz Anschütz a été récemment perfectionné : l'obturateur peut servir pour la pose; dans ce cas, on n'utilise que la première partie du rideau dont l'enroulement n'exige qu'une très faible tension du ressort; on évite ainsi les oscillations qui pourraient résulter de l'action du ressort. Pour utiliser la lentille postérieure des anastigmats Gœrz, le constructeur a établi une allonge formée de deux cadres de dimensions égales, reliés par un soufflet et quatre tendeurs; elle se replie comme l'appareil, est munie de rainures pour y glisser la glace dépolie et les châssis; on la place sur l'instrument de la même manière que l'on y place les châssis. L'emploi de la lentille postérieure permet de disposer d'un objectif de foyer de longueur double de celle qui est donnée par l'objectif combiné. Un autre type d'allonge permet d'obtenir des vues du format double; c'est ainsi qu'avec un appareil 9 × 12 l'allonge et son châssis permettent d'obtenir une vue du format 13 × 18.

MM. Demaria ont perfectionné la construction de leurs chambres noires du type Folder. Ces instruments sont à double tirage, en acajou verni. Le chariot d'extension est mû à l'aide d'une crémaillère, et le porte-objectif est à décentrement dans les deux sens. Des bandes de celluloïd permettent de graduer la base de façon à obtenir une mise au point correcte, quelle que soit la distance du sujet à l'appareil ; des taquets d'arrêt assurent la netteté pour la mise au point d'objets très éloignés. Les Folders mixtes 9 × 12 et 13 × 18 peuvent être utilisés pour faire des épreuves stéréoscopiques, les premiers pour plaques 9 × 12 et 6 × 13, les seconds pour 13 × 18, 9 × 18 8 × 16; ils peuvent être munis de châssis à rideaux extra-minces ou de châssis-magasin.

Il a été construit dans ces dernières années, surtout en Allemagne, un très grand nombre d'appareils à main, à carcasse métallique, possédant une grande légèreté en même temps qu'une grande solidité; les maisons Ernemann à Dresde, Kœrner et Mayer à Sontheim, Huttig à Dresde, Herbst et Firl à Gorlitz, Emile Wunsche, etc., ont produit des appareils pratiques, de modèles très variés et qui, livrés à des prix raisonnables eu égard à leur fabrication, font une concurrence sérieuse à l'importation américaine. Plusieurs opticiens, français et étrangers, livrent ces appareils avec des objectifs de bonne qualité.

Sous le nom de *Clack*, la maison Rietzschel, de Munich, livre une série d'appareils pour format 9 × 12, 13 × 18 ou stéréoscopique. Le *Clack*

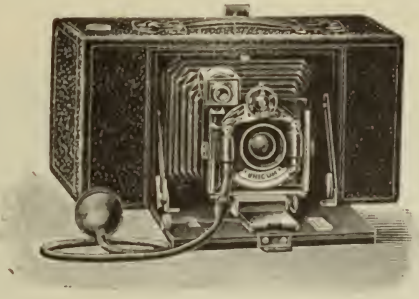

Fig. 97.

nº 1 donne des épreuves du format 10 × 12,5 pour pellicules et 7 × 12 pour plaques; son poids est de 1,100 grammes. La mise au point peut être faite à l'aide d'une crémaillère (*fig. 97*) et un double tirage permet d'utiliser la lentille arrière des bons anastigmats livrés avec ces appareils. Un autre modèle, plus léger, appelé *Clack minimum*, est destiné aux plaques 9 × 12, aux films pack 8 × 10,5 et n'a qu'une épaisseur de 3 centimètres pour certains modèles (*fig. 98*); le poids est de 750 grammes environ et le tirage peut atteindre 28 centimètres. Le modèle destiné aux plaques 13 × 18 (*fig. 99*) offre tous les avantages d'une chambre à pellicule et ceux d'un appareil ordinaire à plaques avec châssis double. Le poids est d'environ 1,800 grammes pour une épaisseur de 8 centimètres. L'appareil 13 × 18,

destiné à l'emploi des plaques seules (*fig. 100*), pèse environ 1,300 grammes à simple tirage; il peut d'ailleurs être muni du dispositif à double

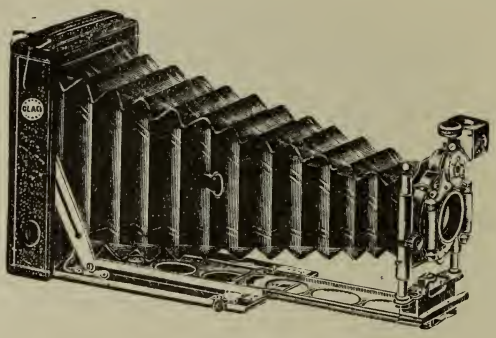

Fig. 98.

tirage permettant l'utilisation de la lentille postérieure de l'objectif, d'un châssis à rouleau pour chargement en plein jour, etc.

Kœrner et Mayer ont fait breveter la construction d'appareils pliants à soufffet, à tirage et à mise au point *à ciseaux*. L'appareil s'ouvre par un

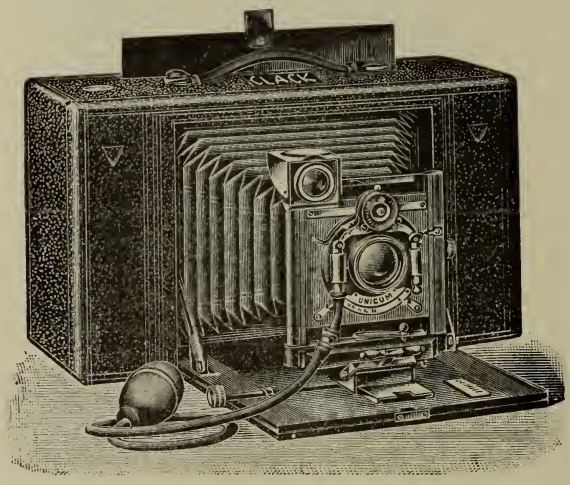

Fig. 99.

seul mouvement; la fermeture se fait aussi par un seul mouvement sans toucher à la mise au point qui, grâce au système à ciseaux, est toujours assurée pour n'importe quelle distance. Ce dispositif permet l'emploi d'une monture ordinaire au lieu d'une monture à vis hélicoïdale, et la mise au point faite à l'avance ne se modifie pas par l'ouver-

ture ou la fermeture de l'appareil. Le parallélisme du corps avant et

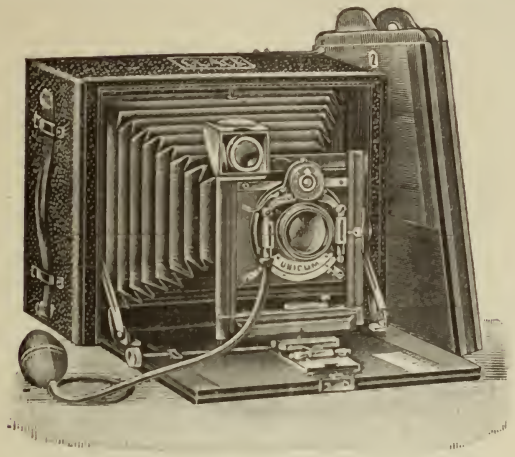

Fig. 100.

du corps arrière est assuré pour n'importe quel tirage du soufflet; l'usure du système à ciseaux est insignifiante. Dans l'appareil *Nettel*, l'obtura-

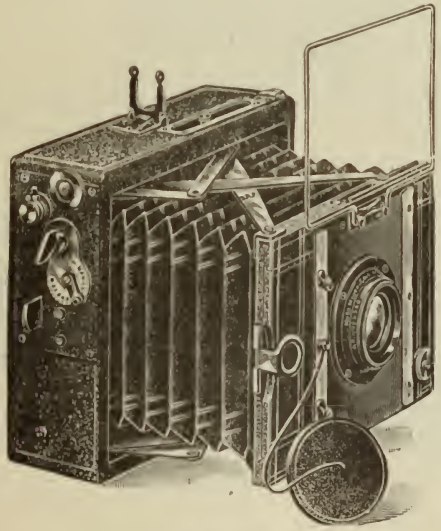

Fig. 101.

teur de plaque est muni d'une fente réglable de l'extérieur (*fig 101*) : la vitesse est très facile à régler Le tirage, qui dépend de l'écartement des ciseaux, permet l'emploi d'objectifs de foyer différents que l'on peut mettre

au point avec précision. Le modèle appelé *Cewes* (*fig. 102*) constitue un bon appareil de poche pour pellicules et plaques. La mise au point étant

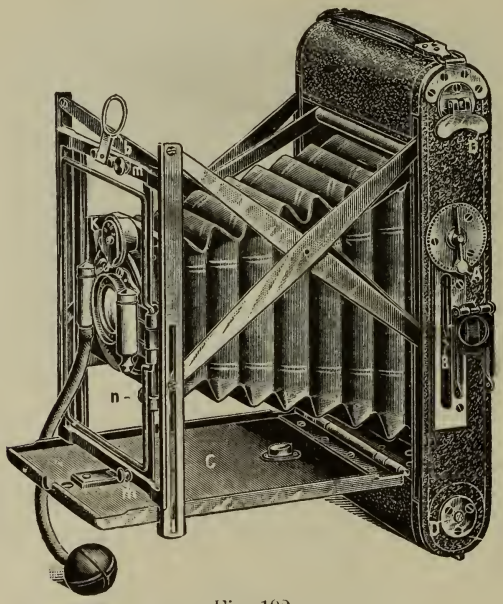

Fig. 102.

réglée à l'avance, l'ouverture de l'appareil se fait à l'aide d'un seul mouvement et le parallélisme de la plaque et du corps portant l'objectif est d'une grande précision, grâce au chariot de base et à la tension provoquée

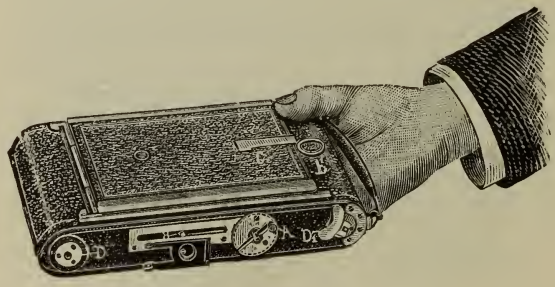

Fig. 103.

par les ciseaux. La fermeture de l'appareil (*fig. 103*) se fait aussi très rapidement. On peut utiliser soit des bobines en rouleaux, soit des plaques de verres placées dans des châssis métalliques dont la mise au point coïncide avec celle de la pellicule. L'objectif est à décentrement dans les deux sens et un cadre viseur permet d'obtenir une bonne mise en place du sujet.

L'appareil *Kœrma* est du même genre, mais utilise les plaques, pellicules rigides, papiers négatifs renfermés dans des châssis métalliques.

Les mêmes constructeurs ont établi sous le nom de *Kibitz* un appareil

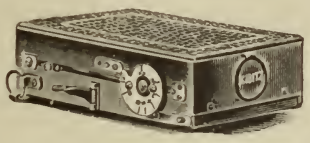

Fig. 104.

pour plaques 6,5 × 9 ou 6×9; c'est un appareil entièrement en métal, mesurant tout fermé (*fig. 104*) 33 × 75 × 123 millimètres. Il est à base pliante et muni du dispositif de mise au point à ciseaux. Pour ouvrir l'appareil, on dégage l'anneau qui est sur le côté et qui fait rabattre le couvercle, on

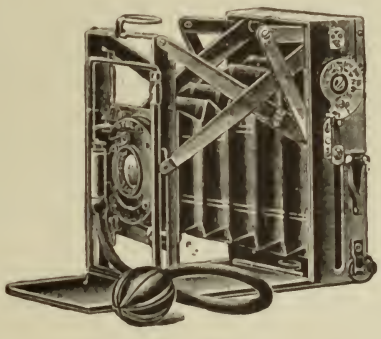

Fig. 105.

tire ensuite le soufflet par l'anneau jusqu'à l'accrochement du petit mentonnet au disque indicateur de la mise au point (*fig. 105*); la mise au point se fait en tournant le disque jusqu'à la distance nécessaire et la disposition de ce disque permet la mise au point même quand l'appareil est

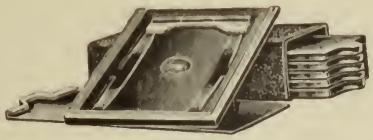

Fig. 106.

fermé. Après avoir opéré, on remet l'objectif au centre de la planchette à décentrement, on appuie sur le bouton pour dégager le mentonnet du disque de mise au point, on fait rentrer le soufflet et l'on referme le couvercle. Les châssis métalliques (*fig. 106*), renfermés dans un étui spécial, présen-

tent un dispositif nouveau permettant de placer rapidement les plaques sensibles; ils sont absolument étanches à la lumière. Cet appareil se fait pour objectifs de 70 millimètres de foyer ou pour objectifs de 110 à 112 millimètres de foyer; les dimensions de ce dernier modèle sont 33 × 75 × 145; le poids est de 520 grammes, au lieu de 480 grammes, poids du premier modèle.

Sous le nom de *Roja*, la maison Busch a construit un appareil 9 × 12 à soufflet de peau : quand l'appareil est déployé, sa rigidité est assurée par quatre tiges métalliques. La planchette d'avant possède des décentrements dans les deux sens. L'appareil est muni d'un obturateur de plaque dont la fente peut être réglée extérieurement; un numéro apparent indique pour chaque réglage la largeur de la fente. Des châssis doubles pour plaques ou un châssis à rouleau pour pellicules peuvent être employés avec cet appareil[1].

L'*ortho-jumelle Duplex* de Joux est un appareil 9 × 12 à magasin : ce magasin exige pour son mécanisme et pour son adaptation à l'appareil des dimensions plus grandes que celles des appareils 9 × 12 à plaques. Quand le magasin est retiré, on dispose d'un espace suffisant pour le remplacer par un dispositif permettant de loger un châssis métallique contenant une plaque 8 × 16. On peut donc, à l'aide de cet appareil[2], obtenir soit une vue panoramique, soit une vue en hauteur.

La maison Voigtlaender et Sohn a établi un appareil pliant du format 9 × 12, sans base, système à ciseaux. Ce dispositif donne une grande rigidité à l'appareil et permet d'utiliser des objectifs de 28 centimètres de foyer pour le format 9 × 12. Dans l'appareil Voigtlaender, le décentrement de l'objectif dans les deux sens est tel que l'axe de l'appareil peut être amené en regard des quatre coins de la plaque.

Le Dr Doyen a fait construire par M. Gillon des appareils à main du format 9 × 12 et 6 × 13 appelés *Diplid*. Un dispositif spécial de miroirs fait que l'appareil peut être mis au point très rapidement, l'obturateur étant armé et prêt à fonctionner. On peut obtenir ainsi des instantanées dont le sujet principal est extrêment net[3].

La pochette-jumelle de Schrambach est établie pour le format 6,5 × 9. L'appareil ouvert présente l'aspect des appareils ordinaires en forme de tronc de pyramide, mais les côtés les plus larges, au lieu d'être fixes, sont montés à charnières sur l'avant qui porte l'objectif et sont munis de rabatement formant les petits côtés. Le magasin est monté à charnières de façon à se rabattre sur le côté inférieur quand l'appareil ne sert pas. Son épaisseur est telle que lorsqu'il est ainsi rabattu et que le petit côté vient s'appliquer sur lui, on obtient un bloc à faces parallèles, très facile à mettre en poche. La chambre noire est formée par un soufflet en peau très souple; le magasin est entièrement métallique et peut se retirer facilement du tiroir où il coulisse pour être remplacé par un autre[4].

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 399. — 2. *Photo-Gazette*, 1903, p. 127. — 3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, *p*. 541. — 4. *Photo-Gazette*, novembre 1903.

M. Fritz Kricheldorff, de Berlin, a établi une chambre à miroir du même genre[1] permettant de suivre le sujet dans ses mouvements et de déclencher l'obturateur quand le sujet principal est au point. Dans l'appareil construit par Folmer et Schwing, de New-York, la partie antérieure portant l'objectif est munie d'un dispositif formé par un avant-corps en bois qui constitue un parasoleil très efficace[2].

§ 3. — Chambres stéréoscopiques.

1827. Appareils à forme rigide. — Presque tous les appareils stéréoscopiques présentent la forme générale des appareils monoculaires et les dimensions des plaques employées tendent à diminuer de plus en plus. On opérait autrefois sur plaques du format 90×180 millimètres; on se sert beaucoup aujourd'hui de plaques des formats 45×107 et 60×130 millimètres, et presque tous les constructeurs prévoient un usage secondaire de l'appareil, comme on le faisait d'ailleurs il y a plus de quarante ans. On revient aux appareils stéréoscopiques permettant d'obtenir aussi des vues simples ou des vues en hauteur de monuments élevés, et l'on a désigné très improprement ces appareils sous le nom de *Stéréopanoramiques*. Presque tous utilisent des objectifs dont l'angle de champ est inférieur à 90°, ce qui est faible pour un panorama. Dans la pratique, l'emploi de ces appareils est très recommandable.

M. J. Richard a perfectionné le *Véroscope*, l'a muni d'une planchette à décentrement, d'un viseur à cadre, de régulateurs de vitesse et a fait de cet instrument l'un des meilleurs appareils stéréoscopiques que l'on puisse utiliser (**C, 1726**). Dans le but de répandre le goût de la photographie stéréoscopique, il a établi sous le nom de *Glyphoscope* un appareil d'un prix minime, tout entier en ivorine polie, absolument rigide, sans aucune articulation susceptible de se déranger. Les objectifs ont 54 millimètres de foyer et donnent une image nette à partir de 3 mètres de l'opérateur; la mise au point est toujours rigoureusement exacte. Si l'on veut faire du portrait avec cet appareil, on utilise des bonnettes d'approche. L'obturateur permet la pose et l'instantané. L'appareil ne comporte pas de magasin de plaques; ces dernières sont renfermées dans de petits châssis métalliques que l'on loge dans les poches en aussi grand nombre que l'on veut, de telle sorte que l'on peut utiliser des plaques ordinaires et des plaques orthochromatiques.

L'*Alethoscope* de Joux est entièrement métallique; la partie antérieure est à décentrement. L'obturateur possède un double frein à air, une mise au point variable et trois ouvertures de diaphragme; les pièces qui servent à manœuvrer ces dispositifs sont dissimulées à l'intérieur. Pour armer, on pousse le bouton A vers le viseur (*fig. 107*); le déclenchement s'effectue par la tige B. Le viseur clair G peut suivre le décentrement de la platine porte-objectif; pour le transport, il se rabat entre les deux objectifs, ce qui n'augmente pas l'épaisseur de l'appareil; une mire mobile disposée

1. D. R. P. 143487, 16 novembre 1902. — 2. Eder, *Jarbuch für Photographie*, 1903, p. 347.

sur l'une des faces de l'instrument se relève pour la visée (*fig. 108*) et disparaît à l'intérieur de l'appareil pour le transport. On peut faire une

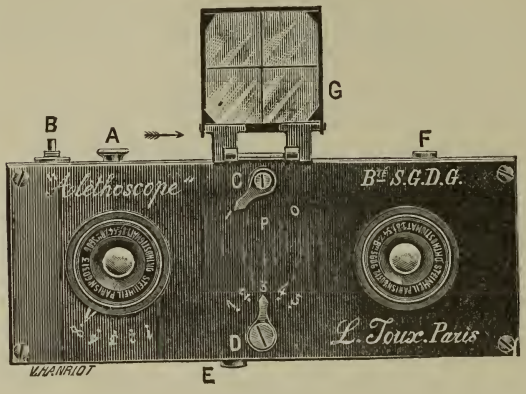

Fig. 107.

mise au point rigoureuse à l'aide d'une glace dépolie et utiliser des châssis métalliques ou bien le magasin à escamotage et compteur automatique sys-

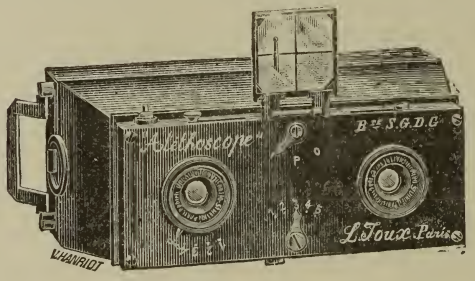

Fig. 108.

tème Jacquet. Pour le charger, on garnit les douze porte-plaques et on les introduit dans le tiroir (*fig. 109*), le n° 12 étant le dernier de la pile et les

Fig. 109.

talons étant placés vers la poignée; avec les deux doigts d'une main, on appuie sur les bords du dernier porte-plaque introduit, et de l'autre main on fait rentrer le volet; on pousse à fond le tiroir qui reste accroché auto-

matiquement au corps du magasin par le moyen du petit verrou. Le magasin étant fixé sur l'appareil, lorsqu'on veut opérer on tire le volet et on le repousse aussitôt à fond. Cette manœuvre a pour but d'amener la plaque n° 1 en présence des objectifs; elle se trouve donc isolée des onze plaques qui sont dans le magasin. Quand l'exposition est terminée, on escamote en saisissant la poignée en même temps que l'index de la même main appuie sur le bouton qui dégage le verrou; on tire franchement à fond en ayant soin de tenir l'objectif et les appareils tournés vers le ciel. La plaque impressionnée tombe au fond du corps de magasin; on repousse le tiroir, et si le compteur a été mis au 0, il indique le n° 1, ce qui veut dire que la plaque n° 1 a posé; on impressionne ainsi les douze plaques. Il n'y a aucun inconvénient à tirer et repousser le volet à nouveau avant la pose. On ne fait pas avancer une nouvelle plaque, s'il y en a déjà une, entre le volet et la chambre noire. Ce dispositif très ingénieux donne une mise au foyer très rigoureuse de la plaque et permet de se servir du magasin avec certains porte-plaques non garnis ou même voilés.

Les jumelles *Capsa*, construites par Demaria frères, permettent d'obtenir

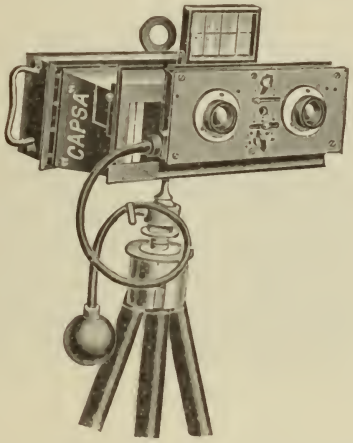

Fig. 110.

soit deux vues stéréoscopiques du format 45×52, soit une vue panoramique du format 45×100 en utilisant un petit diaphragme, soit une vue panoramique du format 45×90 en instantané avec diaphragme moyen. L'appareil (*fig. 110*), entièrement métallique, reçoit un magasin mobile indépendant pour douze plaques. On passe immédiatement de la position stéréoscopique à la position panoramique par le simple mouvement de décentrement de l'avant qui amène un des deux objectifs au centre et qui élimine automatiquement la séparation stéréoscopique (*fig. 111*). Le mouvement inverse qui remet les deux objectifs à leur position de stéréoscopie ramène en même temps la séparation à sa place. Ces mouvements se font sans détacher le magasin, même avec la plaque découverte, sans perte de temps, sans risque de voile. La cloison n'est jamais détachée de l'appareil, qui

possède aussi un second mouvement de décentrement vertical; le viseur suit le décentrement vertical tout en restant au centre de l'appareil dans la

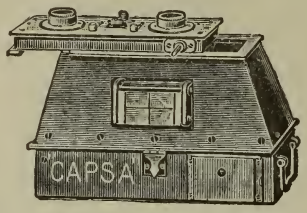

Fig. 111.

transformation panoramique. L'appareil *Caleb* (*fig. 112*) du même constructeur donne des épreuves stéréoscopiques sur surfaces pelliculaires.

M. Hanau a construit sur le principe du Focal-Pocket un appareil stéréoscopique destiné à donner des épreuves du format 45×107. Cet appareil est

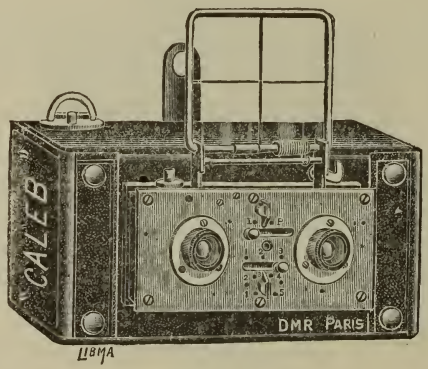

Fig. 112.

muni d'un obturateur de plaque et les objectifs sont ajustés sur un tube télescopique rentrant dans l'intérieur de celui-ci, de telle sorte qu'il se loge facilement dans une poche; il est muni d'un viseur à cadre dit focimétrique, ce qui permet de placer l'appareil tout près de la figure de l'opérateur : on réalise ainsi une stabilité relative pendant le déclenchement de l'obturateur et l'impression de la plaque.

Le *polyscope* permet d'obtenir des épreuves du même format 45×107; il est établi sous forme rigide ou sous forme ployante. La mise au point peut être faite à l'aide d'un double tube de tirage et d'un dispositif analogue à celui que l'on utilise pour les jumelles de théâtre. En général, on utilise des objectifs ayant une distance focale principale de 65 millimètres; l'angle de champ sur la plaque de 45 millimètres de côté est plus faible que lorsque l'on utilise des objectifs tels que les Tessar de 56 millimètres de côté. Le magasin escamoteur pour douze plaques, avec compteur automa-

tique, peut s'enlever en plein jour, sans l'emploi d'aucun volet supplémentaire.

Les jumelles *Francia*, de Mackenstein, pour les formats 45×107, 60×130, 80×180 millimètres, sont à double décentrement simultané des objectifs et du viseur. Le décentrement destiné à placer un objectif au centre de la plaque fait supprimer automatiquement la cloison stéréoscopique. Les objectifs utilisés fréquemment avec cet appareil sont des Tessar de 75 millimètres de foyer que l'on met au point à l'aide d'une crémaillère placée derrière l'obturateur d'objectifs.

Le nouveau *Stéréo-Block-Notes* rigide de Gaumont pour plaques de 45×107 donne des images de 45×52 avec écart de 63 millimètres entre les points homologues à l'infini. On peut utiliser un châssis-magasin à douze plaques ou bien de petits châssis métalliques du poids de 40 grammes chacun; le poids du châssis-magasin est de 380 grammes.

Le *stéréocycle* Leroy a été perfectionné et se construit à décentrement

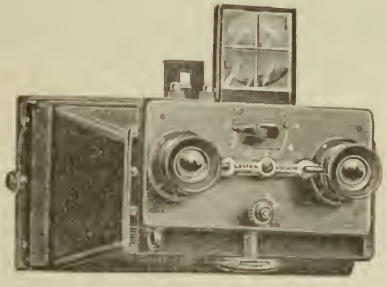

Fig. 113.

(*fig. 113*). Un autre modèle pour plaques du format 6×13 est des plus légers; il pèse environ 700 grammes; il permet d'obtenir soit des vues stéréoscopiques 6×6, soit une vue simple oblongue ou un portrait en hauteur du format 6×13. Les châssis simples métalliques pour plaques

Fig. 114.

Fig. 115.

6×13 sont numérotés et munis d'une petite manette à charnière servant à la fois de verrou de sûreté lorsque le châssis est introduit dans le logement de l'appareil et de prise pour l'en sortir aisément. L'un des objectifs (*fig. 114 et 115*) est monté sur une plaque tournante qui a pour effet d'éliminer automatiquement la cloison médiane intérieure lorsque l'on passe de la position stéréoscopique à celle dite panoramique. La cloison se replace

d'elle-même lorsque l'objectif est revenu à la position stéréoscopique; lorsque l'on fait du panorama, l'objectif qui ne sert pas doit être muni de son bouchon obturateur.

Le *six-treize* de M. Pilleux est un appareil entièrement métallique pesant environ 500 grammes pour le format 6 × 13; il utilise des châssis métalliques permettant l'emploi de verres de toute épaisseur[1].

Le *stéréospido* Gaumont pour le format 6 × 13 est construit soit en bois compensé gainé en maroquin, soit entièrement en métal. Cet appareil pré-

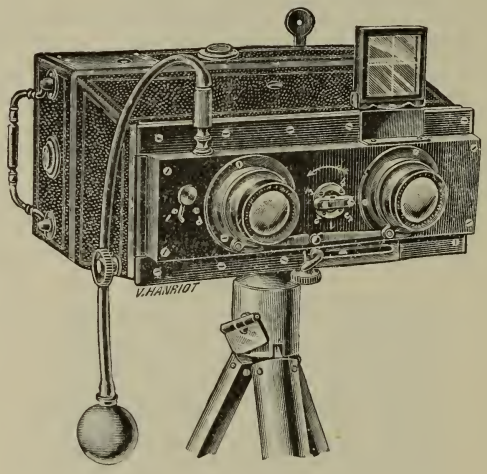

Fig. 116.

sente tous les perfectionnements qui ont été adoptés dans les appareils justement réputés de la maison Gaumont.

Un très bon modèle pour les formats 6 × 13 et 9 × 18 en bois contrariê et gainé en maroquin est construit par la maison Hermagis (*fig. 116*). L'appareil est panoramique et à décentrement.

1828. Appareils pliants. — Les appareils pliants destinés à la production d'images stéréoscopiques doivent être construits avec une très grande précision, surtout s'il s'agit d'appareils de petit format. Les articulations qui permettent de déployer l'appareil et de maintenir l'avant parallèle à l'arrière peuvent prendre du jeu si l'ajustage n'est pas très solidement établi; c'est ce qui fait que, quand il s'agit d'appareils de faibles dimensions sur lesquels sont montés des objectifs de foyer inférieur à 7 centimètres, on préfère en général la forme rigide à la forme pliante.

Le *stéréo-bloc-notes* de Gaumont est un appareil stéréoscopique de grande précision et de très petit volume; on le glisse facilement dans une poche. Les objectifs sont protégés à l'intérieur de l'appareil, sont munis de

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 418.

diaphragmes et peuvent être facilement nettoyés; ils sont fixés sur une platine en acier encastrée dans un logement spécial du corps d'avant de l'appareil, qui est composé de deux parties métalliques reliées par un soufflet et par quatre articulations spéciales parfaitement rigides. Le corps d'arrière reçoit un châssis métallique simple; on peut lui adapter un magasin métallique contenant douze plaques extra-minces. Un œilleton à bascule, muni d'une lentille correctrice, forme le viseur avec une lentille correctrice placée à l'avant comme dans les *Spidos;* l'obturateur permet la pose et l'instantanée.

Les *Caleb* de MM. Demaria (*fig. 117*) sont de volume très réduit[1]. L'ap-

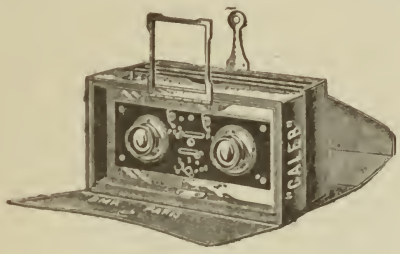

Fig. 117.

pareil, destiné au format 45 × 107, lorsqu'il est fermé, présente la forme d'une pochette pouvant se porter facilement à la main ou dans la poche: il s'ouvre et se développe très rapidement, est très léger, car il est construit en aluminium et bois avec ferrures nickelées; il utilise des châssis simples métalliques pour plaques ou pellicules rigides; il est muni d'un viseur Davanne.

La *Minima pliante* de la maison Mackenstein (*fig. 118 à 120*) est cons-

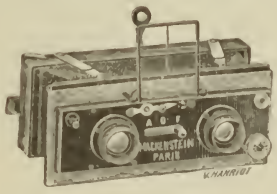

Fig. 118.

truite en bois et aluminium avec soufflet en cuir; la mise en station de l'appareil est rapide et facile. L'obturateur peut être déclenché soit au doigt, soit à la poire. La mise au point est fixe et l'image est nette pour tous les objets situés à plus de 3 mètres de l'appareil. Les châssis métalliques se logent dans une pochette en peau avec fermoir, d'une épaisseur totale d'environ 2 centimètres; on transporte l'appareil dans une gaine semblable à celle des châssis.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1904, p. 143.

Le *Polyscope* pliant ne diffère pas dans ses parties essentielles du polyscope ordinaire.

Les appareils Gœrz Amschutz sont universellement connus et appréciés.

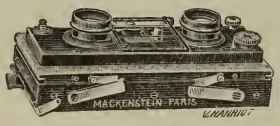

Fig. 119.

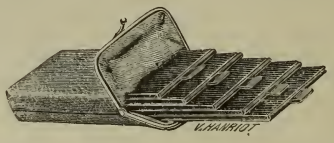

Fig. 120.

L'obturateur de plaque dont ils sont munis permet de faire la pose et l'instantané jusqu'au millième de seconde; pour la pose, la première partie du rideau est utilisée, ce qui évite toute vibration. Dans les nouveaux modèles (*fig. 121*), la planchette d'objectif peut être déplacée horizontalement et verticalement et l'arrière reçoit des châssis doubles, des châssis maga-

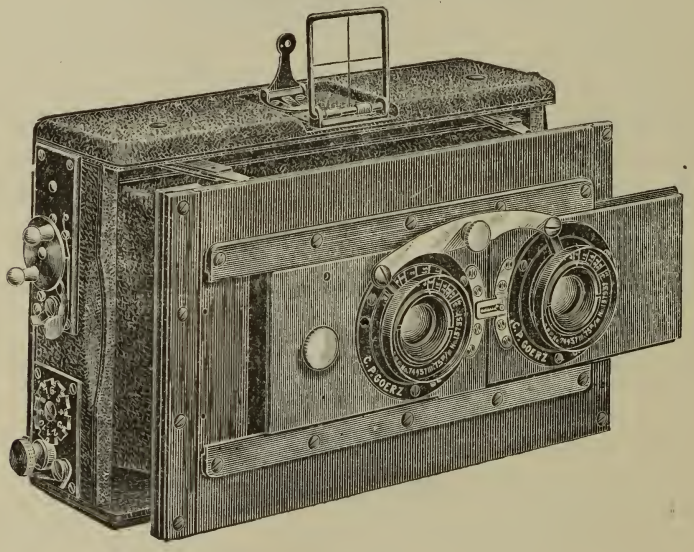

Fig. 121.

sins à douze plaques, des châssis à rouleaux pour le chargement en plein jour, des châssis Film-Pack, etc. Les châssis doubles sont d'un très bon modèle; ils sont légers, minces, avec ferrures en aluminium. Tous ces appareils, construits pour le format 6×13 et 9×18, permettent d'obtenir des épreuves panoramiques par l'utilisation d'un seul objectif. En ajoutant à l'appareil une allonge spéciale, on peut aussi faire une épreuve sur la plaque entière en utilisant la lentille postérieure d'un des objectifs. L'objectif que l'on veut utiliser est amené au centre de la plaque et l'autre objectif

est recouvert de son bouchon. Ces instruments sont construits avec une très grande précision, sont extrêmement robustes tout en étant d'un poids minime; on peut les classer parmi les meilleurs des appareils à utiliser pour tous les travaux. Les planchettes porte-objectif sont à écartement variable et cet écartement se règle très facilement. L'appareil est d'ailleurs muni d'un verre dépoli qui permet la mise au point à l'aide de la monture des objectifs; un tronc de pyramide en carton opaque recouvert de toile permet d'examiner l'image qui se forme sur la glace dépolie, et cela sans recourir à l'emploi du voile noir. Le poids de l'appareil destiné au format 6×13 est de 750 grammes.

L'appareil *stéréo-multiple* d'Hermagis permet de répondre à tous les besoins de la photographie posée et instantanée, simple, stéréoscopique

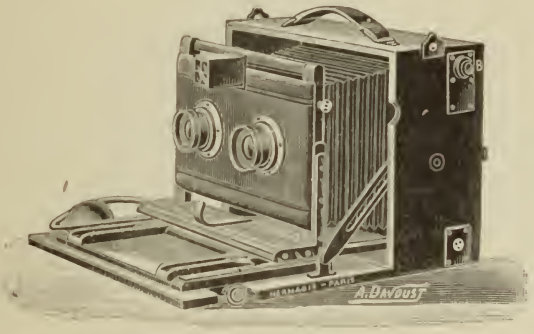

Fig. 122.

et panoramique. Il se compose essentiellement d'une chambre noire, genre folding, à obturateur de plaque (*fig. 122*), permettant des durées de pose depuis une demi-seconde jusqu'à un millième de seconde. La fente est réglable de l'extérieur et tout le mécanisme est logé dans la chambre même, ce qui n'augmente pas le volume de celle-ci; les deux objectifs sont

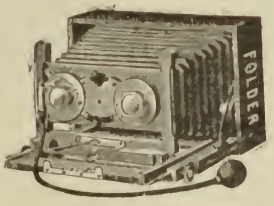

Fig. 123.

montés sur la même planchette et peuvent être employés, soit simultanément pour des vues stéréoscopiques, soit séparément après enlèvement de la cloison mobile pour obtenir des vues panoramiques. L'appareil se construit dans les deux formats 9×12 et 13×18. Le *Micromégas universel* du même constructeur est établi dans les mêmes formats et un modèle spé-

cial destiné au format 8 × 16 permet d'obtenir des vues panoramiques. Ces micromégas permettent d'utiliser tous les châssis, simples, doubles, à rouleaux, magasins, etc.

Les chambres *Folder* de Demaria (*fig. 123*) sont des appareils du même genre; elles peuvent être utilisées pour tous les travaux photographiques. Les châssis doubles à rideaux extra-minces que livrent MM. Demaria sont très légers et bien construits.

M. Reeb a fait établir sous le nom de *Folding-Eclair* une chambre à

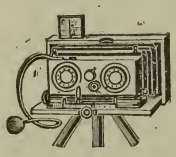

Fig. 124.

main pliante pour le format 7 × 15; grâce à une graduation de la base de l'appareil (*fig. 124*), la mise au point se fait facilement aux diverses distances par l'arrêt d'un pignon à crémaillère. Le décentrement de la planchette porte-objectif se fait horizontalement et verticalement. Les châssis sont établis pour recevoir une seule plaque préparée et sont ajustés avec précision.

Steinheil a construit sous le nom d'*Allo-stéréo-quart* un appareil 9 × 12

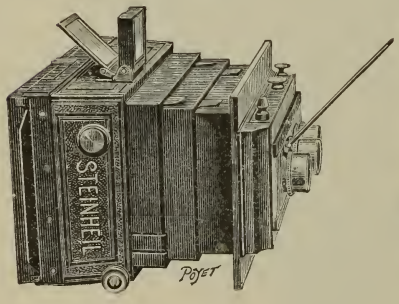

Fig. 125.

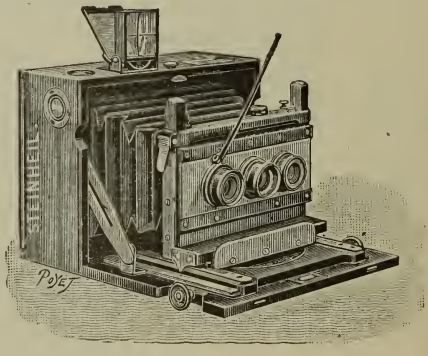

Fig. 126.

de forme rigide à tiroir (*fig. 125*); un autre modèle (*fig. 126*) est disposé comme le sont les chambres *folding*. Ces deux modèles permettent d'obtenir des épreuves stéréoscopiques sur le format 9 × 12, chaque épreuve ayant une dimension voisine de 6 × 9 centimètres. Les tirages télescopiques du premier modèle permettent l'emploi d'objectifs de foyers très variés. Par la suppression de la cloison mobile qui est à l'intérieur de l'appareil, on peut obtenir une vue simple à l'aide d'un objectif grand angulaire qui peut se placer entre les deux objectifs stéréoscopiques. Ces deux

objectifs sont des orthostigmats dissymétriques composés de lentilles de foyers différents, de telle sorte que chaque objectif peut donner trois dimensions différentes d'image.

L'*Ortho-stéréo-Nettel* est un appareil stéréo-panoramique à obturateur de plaque; la mise au point est à ciseaux et l'appareil peut servir pour tous les formats de plaques, pellicules, film-pack, bobines, etc., que l'on trouve dans les divers pays : il permet l'emploi des formats 9×12, 9×13, 9×14 et $8{,}3 \times 14$. Les objectifs sont placés à 65 millimètres l'un de l'autre (*fig. 127*). Cet appareil est identique à l'appareil *Nettel* en ce qui concerne la mise au

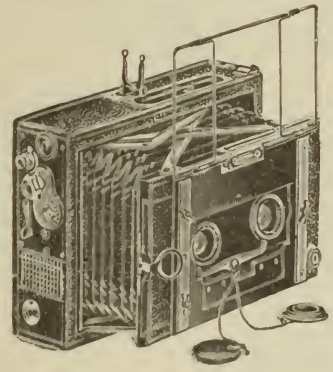

Fig. 127.

point, le fonctionnement de l'obturateur, l'emploi du viseur, etc. Une rallonge permet d'employer la lentille arrière de l'objectif pour obtenir une vue panoramique.

La maison Busch a établi sous le nom de *Stéréo-Prix* un appareil pour plaques et pellicules rigides du format de 9×18 : les soufflets correspondant à chaque image sont séparés comme dans le *Stéréo-Weno* de la Compagnie Eastmann et dans quelques autres instruments dont l'emploi est limité à l'obtention des vues stéréoscopiques.

1829. Appareils à pellicules. — Presque tous les appareils stéréoscopiques peuvent recevoir un châssis spécial permettant d'utiliser les bobines de pellicules que l'on trouve dans le commerce. M. Belliéni a établi pour ses jumelles si appréciées un châssis à rouleau permettant de faire cent vues successives sur pellicules. Ce châssis (*fig. 128 à 130*) se compose de trois rouleaux A, B, C et d'une platine en aluminium noirci sur lequel glisse la surface sensible. Le rouleau A est la réserve de pellicules à impression, le rouleau B joue le rôle de compteur et marqueur, le rouleau C sert à emmagasiner la surface impressionnée. Ce châssis se charge dans le cabinet noir.

M. Delaye a construit, sous le nom de *Prismac*, un appareil à pellicules pour images du format 45×107 qui, tout chargé, pèse 705 grammes; il est d'un volume très réduit et se place dans un étui identique aux étuis de

jumelles. La construction de cet appareil est très originale. Le système

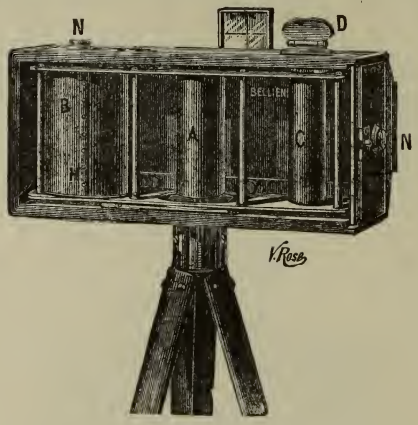

Fig. 128.

optique que l'on aperçoit sur la face antérieure de l'appareil (*fig. 131*) est composé de deux anastigmats mis au point à partir de 3 mètres de l'opéra-

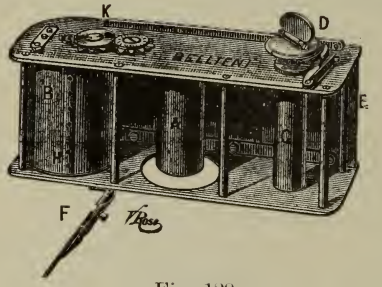

Fig. 129.

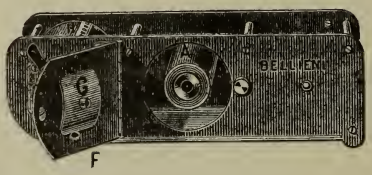

Fig. 130.

teur au sortir de ces objectifs, les rayons lumineux traversent deux prismes à réflexion totale, placés derrière les objectifs. Chacun des faisceaux

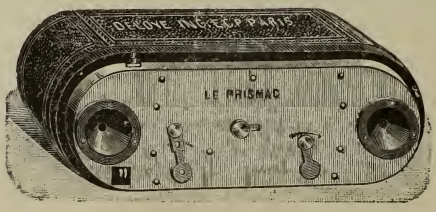

Fig. 131.

issus des objectifs est renvoyé vers l'intérieur de l'appareil. Les rayons lumineux impressionnent deux replis, disposés dos à dos, d'une même pel-

licule, déroulée au milieu de la chambre noire. Ce dispositif permet de donner à l'appareil une faible hauteur et d'utiliser complètement l'espace compris entre les objectifs : ceux-ci se trouvant presque aux bords de l'appareil sont suffisamment écartés pour fournir un bon relief ; les images sont inversées, ce qui facilite le tirage. L'appareil peut être fixé sur un pied ou tenu à la main ; dans ce dernier cas, on l'appuie contre le front, position qui permet de placer l'œil droit exactement dans l'axe d'un viseur clair (*fig. 132*).

Les bobines de pellicules employées par le prismac sont les mêmes que celles du petit Pocket Kodak donnant douze vues simples de 4×5 centimètres. Le déroulement de la bobine se fait après chaque pose au moyen d'une petite manivelle ; on le suit en regardant passer sous une ouverture garnie d'un verre rouge les numéros imprimés au dos du papier noir qui

Fig. 132.

accompagne la pellicule. Le déroulement étant effectué, l'œillère est recouverte par une plaque mobile dont le mouvement produit automatiquement une tension parfaite de la pellicule. Tant que cette tension n'est pas assurée, le viseur reste couvert et il est impossible de viser : cette tension de la pellicule, parfaitement réalisée, est indispensable pour obtenir des négatifs bien nets, susceptibles d'être agrandis. L'obturateur donne toutes les vitesses d'instantané et de pose et peut être déclenché soit à la main, soit à la poire.

§ 4. — Accessoires divers.

1830. Appareils panoramiques. — M. Gillon[1] a construit un appareil panoramique des plus ingénieusement exécuté ; il est établi sur des principes connus. L'objectif de l'appareil pivote autour d'un axe passant par son point nodal d'émergence ; il est monté sur un prisme pyramidal, faisant l'office de distributeur de lumière, qui vient raser la couche sensible de la pellicule en balayant un secteur de 120°. Tout le système pivotant composé de l'objectif et du prisme pyramidal distributeur de lumière est équilibré, de sorte que l'appareil peut fonctionner dans toutes les positions, aussi bien en largeur qu'en hauteur. Ce prisme permet à la couche sensible d'être impressionnée au moyen d'une fente de 15 millimètres de largeur qui

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 496.

peut être réduite à 2 millimètres; elle est ouverte par le déclenchement et se referme automatiquement à la fin de la course. L'écrou au pas du Congrès étant sur l'axe de rotation du prisme, on peut, en faisant tourner l'appareil trois fois de suite, obtenir un panorama complet en trois négatifs.

M. Parmentier[1] obtient des vues panoramiques à l'aide d'une simple chambre sur pied en utilisant des objectifs à long foyer. La planchette qui supporte la chambre noire est peu volumineuse et permet de faire tourner l'appareil autour du point nodal d'émergence de l'objectif; ce dispositif rappelle celui qu'avait employé l'abbé Rolin de Nancy et celui de Ferrier (I, **115**). L'emploi des appareils redresseurs (D, **1835**) facilite la production des raccords de chacune des vues séparées.

1831. Châssis négatifs. — M. Gaumont utilise pour la construction des châssis négatifs un rideau métallique d'une seule pièce. Le rideau est formé d'une bande de métal ondulé, très flexible, souple à cause de son peu d'épaisseur et suffisamment résistant grâce aux ondulations; pour que les rideaux puissent s'engager dans les feuillures du châssis, les ondulations sont raccordées à des bords plans qui assurent l'étanchéité[2].

M. Debriat a établi un dispositif permettant d'ouvrir sans secousses les volets des châssis négatifs de chambres noires : ces secousses peuvent entraîner un déplacement de l'appareil et, par suite, une erreur de mise en plaque. Le dispositif consiste essentiellement en une pièce permettant de saisir le haut du volet; cette pièce peut se mouvoir sur une crémaillère par l'intermédiaire d'un pignon denté. En agissant sur ce pignon on élève progressivement et sans secousse le volet du châssis; ce petit accessoire peut se placer sur tous les châssis successivement.

L'emploi des châssis destinés à obtenir des épreuves dites « Siamoises » est à peu près abandonné (I, **114**). Dans ces images un ou plusieurs personnages se trouvent représentés avec des poses différentes. MM. Berger et Troncy[3] utilisent pour ces épreuves une sorte de bouchon qui se place sur le parasoleil de l'objectif et n'obture que la moitié de la lentille antérieure. Le demi-cercle obturant peut pivoter autour de son diamètre. L'opérateur peut faire deux poses en n'utilisant chaque fois qu'une moitié de l'objectif; on obtient ainsi, sur la même plaque, deux images différentes. Il faut prendre la précaution de placer les personnages assez loin de l'axe pour que leurs images ne se forment que dans une seule des deux poses, ce que l'on peut facilement vérifier à l'avance par l'examen du verre dépoli de la chambre noire.

Les cadres intermédiaires que l'on utilise avec les châssis négatifs laissent quelquefois échapper les plaques qui se glissent alors entre l'intermédiaire et le fond du châssis. On évite cet inconvénient en collant des petits morceaux de carton noir, mince, aux quatre coins de ces cadres. Il n'y a pas lieu de modifier la mise au point, car cette mise au point est faite par la face antérieure du verre; par l'emploi de ce dispositif la place de cette face n'est pas changée.

1. *La Revue de photographie*, 1903, p. 284. — 2. *La Photographie*, 1902, p. 13. — 3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, pp. 226, 230.

1832. Échelle à plate-forme et pieds. — Il est quelquefois difficile de disposer à une hauteur convenable le pied supportant la chambre noire. M. Thibaud[1] a fait établir une échelle à plate-forme automatique. Cette

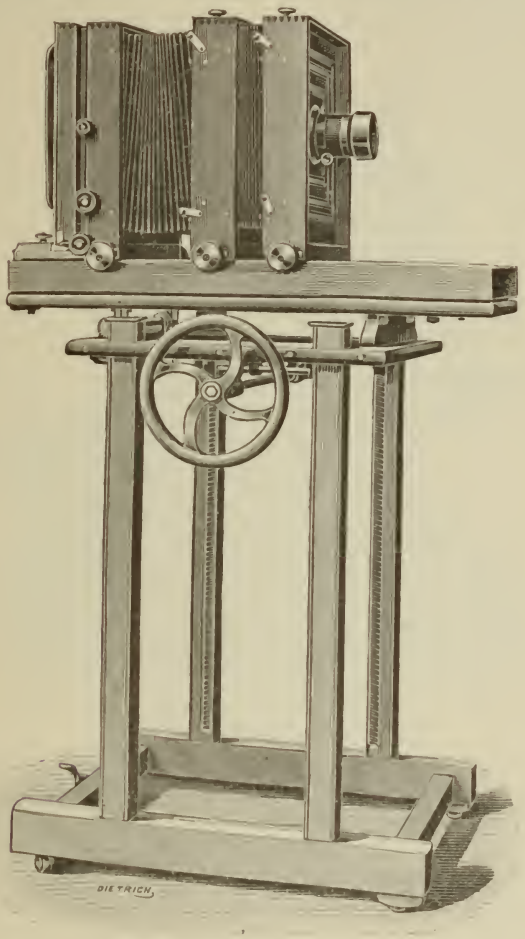

Fig. 133.

échelle, de dimensions identiques à celles des échelles courantes, présente automatiquement à celui qui l'ouvre pour s'en servir une plate-forme rigide pouvant supporter jusqu'à 200 kilogrammes et sur laquelle l'opérateur peut s'asseoir ou placer un appareil grâce à une petite banquette qui fait corps avec l'échelle.

La table à modèle a presque complètement disparu des ateliers moder-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 507.

nes : il en résulte que la chambre noire est en général placée trop haut et que l'on est obligé soit d'utiliser des supports spéciaux d'un emploi peu commode pour l'opérateur, soit de faire basculer l'appareil, ce qui produit un raccourci d'effet bizarre. L'emploi du nouveau pied d'atelier de M. Gilles (*fig. 133 et 134*) supprime cet inconvénient; il permet de placer le pied à

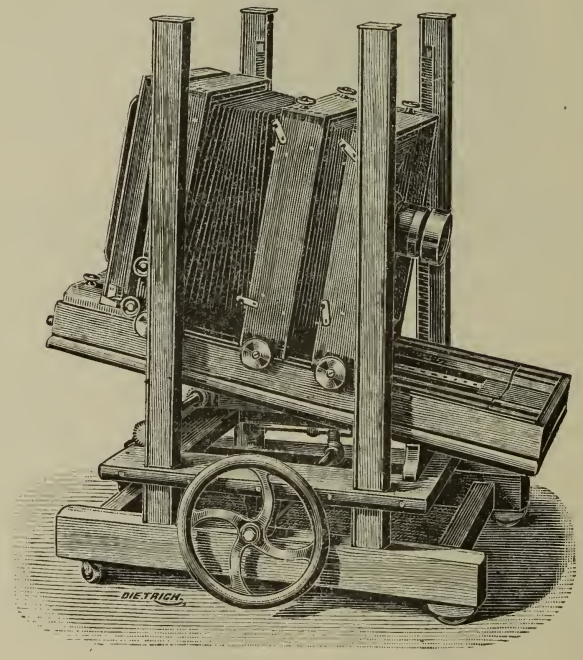

Fig. 134.

toutes les hauteurs (voir **1823**), et le nouveau modèle de ce constructeur est d'un emploi particulièrement commode (*fig. 135*) à cause de sa grande stabilité. La table à modèle est le complément de ces appareils et présente le très grand avantage de rapprocher le modèle de la lumière.

Pour le paysage, M. Belliéni a établi un pied en aluminium à tiges triangulaires ; le diamètre de ce pied est de 37 millimètres. Les tiges-tubes coulissent dans des manchons en cuivre, ce qui permet d'éviter le jeu provenant des frottements d'aluminium sur aluminium. On peut utiliser le pied à toutes les hauteurs tout en conservant la possibilité de le fermer d'un seul coup [1]. Il convient, en général, de diminuer la hauteur de l'objectif au-dessus du sol : on donne ainsi de l'importance aux premiers plans.

Les reproductions de dessins, gravures, petits objets, etc., ne se font pas rapidement à l'aide de pieds triangulaires. M. Belliéni a établi pour cet objet un appareil simplifié constitué par deux planchettes de 25 sur 35 cen-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1904, p. 103.

timètres, emboîtées d'équerre et solidement reliées l'une à l'autre par deux arcs-boutants. L'une des faces de l'équerre se fixe sur un pied quelconque; elle porte, à cet effet, un écrou au pas du Congrès; l'autre face, perpendiculaire à la première, reçoit la chambre noire ordinaire; elle est munie, dans ce but, d'une vis de pied. Cette équerre peut être fixée sur la table d'un

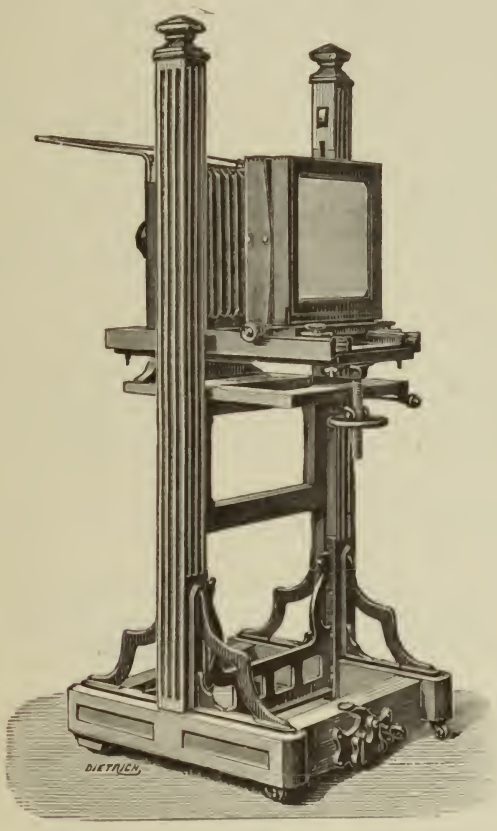

Fig. 135.

pied d'atelier, table que l'on a préalablement rendue horizontale. On peut alors photographier, l'axe de l'objectif étant vertical, les petites pièces anatomiques qu'il est presque impossible de disposer devant une chambre horizontale. On place sous l'objectif un tabouret à vis qui reçoit les objets à reproduire. L'expérience nous a montré que, pour éviter les ombres portées trop fortes sur le fond, il est bon de disposer les objets sur une glace sans tain, placée horizontalement et à une assez grande distance d'une feuille de papier, formant le fond de couleur appropriée aux objets à reproduire.

1833. Viseurs; iconomètres. — Dans la plupart des viseurs usuels, la ligne de visée et l'axe de l'objectif sont dirigés parallèlement : on suppose que leur écartement est négligeable par rapport à la distance du modèle; il n'en est plus ainsi quand on photographie des objets rapprochés. Le viseur Sigriste, celui de Benoist-Krauss (C, p. 172) permettent d'éviter ces inconvénients.

Le viseur à balancier de M. Mackenstein[1] permet d'assurer l'aplomb de l'appareil sans le secours des viseurs, que l'on ne peut, du reste, contrôler lorsque l'on vise à hauteur de l'œil. Un balancier à contrepoids en forme de T oscille sur l'axe même du viseur; en faisant coïncider le T avec les lignes horizontales et verticales du viseur, l'aplomb est assuré. Ce même viseur permet d'opérer en tenant l'appareil à hauteur de la poitrine grâce à l'emploi d'un miroir.

Pour éviter certains des inconvénients que présentent les viseurs ordinaires, MM. Clément et Gilmer ont établi un viseur géant donnant une image de 40 sur 50 millimètres, non pas sur un verre dépoli, mais sur une lentille placée horizontalement, de telle sorte que cette image est très brillante; l'objectif qui la fournit a 30 millimètres d'ouverture et est très lumineux.

M. Belliéni a pu réduire à son minimum l'ancien iconomètre et établir un petit appareil qu'un anneau placé sur le côté permet de porter suspendu au cou par un cordon de montre. Le champ est permanent, et si le constructeur a laissé un léger tirage au coulant de l'oculaire, c'est uniquement dans le but de permettre une mise au point pour les différents yeux[2].

1834. Photomètres. — M. Degen a établi sous le nom de *Photomètre normal* un petit instrument de poche, d'une longueur totale de 11 centimè-

Fig. 136.

tres, donnant immédiatement, par l'observation d'un sujet à photographier, le temps de pose normal, depuis les instantanés les plus rapides jusqu'aux poses les plus longues.

Ce photomètre (*fig. 136*) se compose principalement d'une pièce tubulaire à section carrée dans laquelle se meuvent deux coulisses où sont logés deux prismes en verre violet, d'angle égal et montés en sens inverse. Le mouvement des coulisses entraîne deux curseurs qui parcourent des échelles graduées tracées sur l'instrument. L'une de ces graduations se rapporte à l'ouverture de diaphragme de l'objectif employé et l'autre comporte les temps de pose. L'examen du sujet à photographier se fait à travers deux œilletons ouverts en regard l'un de l'autre et entre lesquels se déplacent les prismes.

1. *Bulletin du Photo-Club de Paris*, 1902, p. 74. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1905, p. 59.

Les deux graduations correspondent l'une au diaphragme l'autre au temps de pose : suivant que l'on connaîtra l'une de ces données, on amènera l'index correspondant à sa place et l'on glissera ensuite l'autre prisme jusqu'à extinction du sujet visé ; on lira alors sur l'autre échelle le nombre cherché.

L'icono-exposomètre de Busch est constitué par un tube semblable à celui d'une jumelle de théâtre et muni d'un disque percé de six fenêtres à verres colorés de différentes nuances. Il porte à sa périphérie, du côté de l'oculaire, l'indication du temps de pose afférent à chacune de ces nuances pour un objectif d'ouverture relative F/8. On fait tourner le disque et on s'arrête à la nuance qui permet de voir distinctement les détails les plus importants, même dans les parties les plus sombres. Le chiffre inscrit sur le disque, et qui se trouve alors devant la raie blanche tracée sur la tranche de l'oculaire, indique le temps de pose pour une plaque rapide et pour un objectif à ouverture relative de F/8. Lorsque le paysage contient des lointains bien éclairés, on règle la durée de pose sur ces lointains et on posera par défaut, de façon à éviter l'excès de pose.

Le *chronophote* de MM. Houdry et Durand se compose d'un simple disque en cuivre adapté à la monture de l'objectif; sur ce disque sont gravées des indications (nature du sujet à photographier, etc.) qui, lorsqu'on les rapporte à des repères tracés sur un manchon formant la bague du diaphragme-iris ordinaire, donne immédiatement la valeur du temps de pose selon l'état du ciel, l'époque de l'année et l'heure de la journée[1].

L'*appréciateur Elgé* permet de déterminer avec précision la durée de pose pour le tirage des épreuves au gélatino-bromure. Il se compose d'un carton comparateur de teintes et d'une règle graduée flexible imprimée sur une tresse sur laquelle coulissent le porte-bougie et le porte-châssis. Le compararateur porte sept opacités graduées, numérotées 5, 10, 20, 40, 80, 160, 320, que l'on compare facilement aux teintes les plus opaques du négatif à imprimer; pour cela il suffit d'appliquer sur le négatif un des trous placés à droite du carton : en examinant par transparence, on se rend compte très facilement de la valeur de la teinte examinée et on peut l'assimiler à une des sept opacités types ou la classer entre deux. D'après cette opacité, on fixe la position du porte-bougie sur la tresse. Une graduation tracée à l'autre extrémité de l'échelle permet de tenir compte de la température du révélateur. Pour déterminer une fois pour toutes le temps de pose avec le papier employé, on fait un essai en démasquant successivement les portions du papier sensible maintenues cachées par un carton tenu à la main; il suffit de diviser le négatif en quatre bandes ayant posé par exemple une demi-minute, une, deux, quatre minutes. Pour l'essai du révélateur, on découpera le papier exposé en quatre bandes qui seront retirées du révélateur au bout de une, deux, trois, quatre minutes. Quand on utilise des papiers lents, on remplace la bougie par une lampe à pétrole[2]. Le même appareil permet l'impression des diapositives à tons noirs et des plaques diapositives à tons chauds en employant la lumière du magnésium dont on brûle un ruban d'environ deux centimètres de long. Cet apprécia-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 394. — 2. *Ibid.*, 1903, p. 366.

teur Elgé donne un moyen sûr et commode de déterminer le temps de pose aussi bien avec la plaque positive qu'avec le papier au gélatino-bromure.

1835. Appareils redresseurs. — M. Pasqueau a fait établir par la maison Gilles un appareil pour redresser les négatifs à verticales convergentes. L'appareil est constitué par une chambre à trois corps, chaque corps possédant une bascule. Les bascules sont montées sur des tourillons d'une forme spéciale qui assure la précision des mouvements de rotation autour des axes théoriques passant par les surfaces de la plaque et celles du négatif. Le châssis qui porte le négatif et son disque tournant sont disposés dans un cadre entièrement semblable à celui du châssis porte-plaque : ces deux châssis sont interchangeables. L'appareil peut servir pour les agrandissements en plaçant le châssis porte-plaque à l'arrière et le châssis porte-négatif à l'avant; il peut aussi servir pour les reproductions et tirage des diapositives.

La manœuvre de l'appareil est des plus simples; il suffit, en effet : 1° de disposer la ligne d'horizon du négatif parallèlement aux axes des bascules avec le disque tournant; 2° de placer les bascules verticalement et de mettre au point en utilisant la tige à vernier qui accompagne l'appareil ou par tout autre procédé; 3° de fixer le curseur sur la division correspondant au rapport choisi et de serrer les bagues du tube télescopique; 4° d'incliner ensuite la bascule arrière avec l'axe denté jusqu'à ce que les lignes verticales du sujet, qui convergent sur le négatif, viennent reprendre leur verticalité sur la glace dépolie de l'appareil; 5° de basculer le support de l'appareil si l'on opère à la lumière du jour, ou de rapprocher la lanterne à condensateur si l'on emploie la lumière artificielle.

Cet amplificateur redresse toutes les déformations dues à la *pente* de l'axe optique et au *devers* de l'appareil qui a produit ce négatif. Il maintient automatiquement et rigoureusement la mise au point sur toute la surface de l'épreuve à obtenir[1].

Cet appareil, comme tous les appareils similaires bien construits[2], (C. **1604**), permet aussi, tout en rétablissant le parallélisme des verticales, d'obtenir des images exagérées en hauteur ou en largeur. On peut aussi, comme l'a montré M. Max Jaffé[3], passer d'une image correcte à une image déformée, exagérée dans un sens ou dans l'autre. On peut, par exemple, accroître de 30 pour 100 la hauteur d'un carré en lui conservant la même largeur; pour cela, on exécute en premier lieu un trapèze présentant une majoration de 15 pour 100 sur sa hauteur, puis de ce trapèze on passe au rectangle définitif : ces opérations permettent de raccorder diverses vues prises d'une même station et présentant des lignes communes à deux épreuves successives.

M. Olive[4] a discuté les solutions du problème qui a pour but d'obtenir un agrandissement correct en se servant d'un négatif à perspective anormale.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, nov. 1903. — 2. Voyez *British journal of Photography*, 1892, pp. 550, 566; *Camera Oscura*, 1900, pp. 678, 875; *Bulletin de la Société française de Photographie*, 1899, p. 55. — 3. *Phot. Correspondenz*, 1905, *passim*. — 4. *Revue des sciences photographiques*, 1905, pp. 361, 365.

Soit G le grossissement (rapport d'une dimension linéaire homologue du négatif et de l'épreuve agrandie, mesurées toutes deux sur l'axe de rotation de leurs châssis respectifs, F le foyer d'agrandissement, f celui de la chambre noire qui a été utilisée pour obtenir le négatif; on doit avoir :

$$\frac{1}{G^2} + \left(\frac{f}{F}\right)^2 = 1 .$$

M. Th. Scheimpflug [1] a décrit un procédé et un appareil permettant de transformer de façon méthodique les images planes, photographiquement ou optiquement, à l'aide de lentilles ou de miroirs sphériques.

Ces procédés de déformation systématiques, comme l'a montré M. Max Jaffé, permettent de modifier au gré de l'opérateur la position du point de fuite d'une perspective que l'on peut de façon très analogue déplacer vers la droite ou vers la gauche, suivant l'effet à obtenir. On peut, en particulier, utiliser ce déplacement latéral du point de fuite à l'assemblage de vues prises d'un même point par pivotement de l'appareil pour la constitution d'une vue panoramique correcte. Cet assemblage est souvent impossible quand on use des procédés usuels : le procédé de redressement appliqué aux vues extrêmes (dans le cas de trois vues par exemple) permet d'obtenir des images susceptibles d'être exactement raccordées.

1836. Eclairage du laboratoire. — M. Planchon [2] a modifié la lampe de sûreté des mineurs pour lui faire donner une lumière antiphotogénique. A la place de verres incolores, ces lampes sont munies de verres rouge rubis; elles sont enveloppées d'une double toile métallique dont l'efficacité est certaine aussi bien contre le grisou que contre l'inflammation des vapeurs d'éther. L'emploi de cette lampe est très pratique dans les laboratoires où l'on manipule les émulsions au collodion et des substances volatiles et inflammables comme l'éther, l'acétone, etc.

Le *Falot* de M. Decoudun est une lampe à pétrole qui donne un éclairage inactinique très suffisant pour le laboratoire : une disposition très simple permet d'employer cette lampe pour l'impression des diapositives; c'est un des meilleurs appareils que l'on puisse utiliser dans les laboratoires qui ne disposent ni du gaz ni de l'électricité.

M. Dilleman a établi sous le nom de *Multiphane* une lanterne pouvant être utilisée avec tous les modes d'éclairage et dans laquelle l'arrivée de l'air se fait de haut en bas : on obtient ainsi une très bonne aération de la flamme et l'on évite toute infiltration de lumière [3].

La lampe à pétrole dégage souvent une odeur désagréable : il suffit de mélanger une partie d'acétate d'amyle et quatre de pétrole pour augmenter l'éclat de la lumière et affaiblir l'odeur désagréable du pétrole.

M. Belliéni a étudié les divers modes d'éclairage employés dans les laboratoires et a constaté que dans la pratique on pouvait utiliser de grandes lanternes, munies de larges surfaces éclairantes, pourvu que cette lumière n'agisse pas *directement* sur la plaque. Comme la lumière indirecte n'a

1. *Revue des sciences photographiques*, octobre 1905, brevet français 339, 655. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 186. — 3. *Photo-Gazette*, 1904, p. 143.

pas d'action sur les préparations même les plus sensibles, toutes les lanternes peuvent être largement éclairées sur les côtés et, quand c'est possible, sur l'arrière [1]. Les plaques Lumière, étiquette bleue, peuvent se développer sans aucune précaution à la lumiere jaune constituée par une feuille de papier à l'anactinochrine emprisonnée entre un verre blanc et un verre dépoli jaune. Quant aux plaques Σ Lumière, elles sont très sensibles à la lumière rouge et peu sensibles à la lumière jaune : il faut éviter l'action directe de la lumière rouge pour leur développement. Les plaques orthochromatiques, très sensibles au rouge et au jaune, sont celles qui demandent le plus de précautions pour l'éclairage du laboratoire. On peut les développer sans danger de voile avec une feuille de papier à l'anactinochrine et une feuille de gélatine rouge clair entre un verre blanc et un verre jaune dépoli. La lumière indirecte jaune, même très claire, a peu d'effet sur les plaques orthochromatiques, mais a un effet marqué sur les plaques Σ.

Les verres du commerce n'ont pas toujours une efficacité suffisante. On obtient des verres très supérieurs à la vitre rouge en opérant de la façon suivante : on passe dans l'hyposulfite de soude deux plaques au gélatinobromure non développées; lorsqu'elles sont complètement transparentes, on les lave et on les fait sécher complètement. On plonge la première dans une solution de 3 grammes de violet de méthyle ordinaire dans un litre d'eau ; la seconde est baignée dans une solution de 6 grammes de tartrazine pour un litre d'eau. On laisse ces plaques dans leur bain de teinture respectifs préalablement bien déposés jusqu'à ce qu'elles soient saturées de colorant; on les rince superficiellement et on les fait sécher. L'ensemble des deux plaques superposées, gélatine contre gélatine, laisse seulement passer le rouge extrême au voisinage de la raie A. La plaque jaune peut être employée seule pour les manipulations du collodium humide; on obtient une lumière éclatante qui ne voile pas les plaques.

Le Dr Castellani a indiqué un mode de préparation d'un papier inactinique jaune pour manipulations usuelles, analogue aux papiers de cette nature que l'on trouve dans le commerce. Du papier à dessin, type Canson, est plongé pendant cinq minutes dans un mélange de 5 grammes d'auramine Agfa, 100 c. c. de solution alcoolique à un demi pour mille de safranine et un litre d'alcool à 95°. Pour opérer en solution aqueuse, il convient d'opérer avec un liquide très chaud contenant 5 grammes d'auramine, 10 c. c. d'acide acétique, 100 c. c. de solution de safranine à un demi pour mille et un litre d'eau.

M. Calmels a préparé et mis dans le commerce une série d'écrans vendus sous la marque « Invicta ». Ces écrans, utilisés avec l'excellente lanterne du même constructeur, donnent la plus grande somme de lumière compatible avec la sécurité nécessaire. La fabrique de pellicules de gélatine, à Hanau, livre des écrans du même genre [2].

Le Dr Miethe a donné plusieurs formules pour la préparation des écrans destinés à l'éclairage des laboratoires : ces écrans sont fabriqués industriellement et vendus à bas prix. On peut préparer un bon écran pouvant servir à l'éclairage du laboratoire pendant le développement de plaques sensibili-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1905, p. 63. — 2. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1904, p. 358.

sées au rouge d'éthyle en utilisant le vert acide brillant G B de Bayer. On fait une solution de 5 gr. 60 de cette matière colorante pour 560 c. c. d'eau contenant 50 grammes de gélatine; cette solution est suffisante pour recouvrir 2.800 centimètres carrés de verre. On utilise un écran double formé par la juxtaposition de deux écrans simples, gélatine contre gélatine[1].

1837. Sensibilité des plaques. — M. Camichel a étudié les relations qui existent entre le noircissement de la plaque développée et la quantité de lumière reçue par la plaque au point considéré. En faisant varier séparément l'intensité et la durée de pose de façon que le produit de ces grandeurs reste constant, il a reconnu que le noircissement photographique diminue quand le temps de pose augmente :

Intensités relatives.....	3	1,5	1	0,75	0,50
Durée de pose.....	1	2	3	4	6
Déviations galvanométriques...	61	66,15	71,8	80,2	90,7

Les méthodes photométriques qui supposent le noircissement constant pour des valeurs constantes du produit $I \times t$ sont donc inexactes.

M. Gutton s'est proposé d'étudier la relation entre la lumination et l'opacité qui en résulte après développement. Il a mesuré les opacités des plaques photographiques exposées pendant un temps constant, une minute, à distance décroissante d'une source de lumière constante. Une moitié seulement de chaque plaque était exposée et son opacité comparée à celle de la région développée sans avoir reçu l'action de la lumière. Les intensités lumineuses mesurées étant I_1 au travers de la région exposée et I_2 dans la région non exposée, on prend pour valeur de l'opacité le rapport

$$\frac{I_2 - I_1}{2}.$$

La courbe tracée en portant ces valeurs en ordonnées et les luminations en abcisses monte d'abord très vite, puis acquiert rapidement une inclinaison moindre; M. Gutton a retrouvé une courbe analogue à celle de Driffield et Hurter[2].

M. le commandant Houdaille[3] a établi un appareil d'essai pour mesurer la sensibilité des émulsions. L'instrument utilisé consiste essentiellement en un disque tournant, à sept ouvertures, démasquant respectivement les diverses régions d'une plaque pendant

0,01 0,02 0,04 0,08 0,16 0,32 0,64

d'une révolution; un volet permet, pendant la rotation du disque, de masquer une moitié de la plaque. On expose, à 1 mètre d'une bougie étalon, dans l'appareil mû par un mouvement d'horlogerie, une plaque sensible,

1. *Phot. Correspondenz*, 1904, p. 224. — 2. *Photogramm.*, 1905, p. 57. — 3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 252.

pendant une seconde pour l'une des portions, et pendant dix secondes pour l'autre. Les luminations reçues sont

0,01	0,02.....	0,64	B. M. S.
0,1	0,2	6,4	B. M. S.

et la portion constamment protégée reste comme témoin du voile latent.

Après avoir développé, fixé et séché, on rapporte la plaque dans l'appareil en même position et, dans les mêmes conditions que précédemment, on répète l'expérience sur une nouvelle plaque, de même émulsion, placée en arrière et au contact négatif; on développe avec le même révélateur et dans les mêmes conditions de température. Cette seconde image doit présenter sept opacités égales. Le moindre écart donne sur cette plaque une gamme d'opacités ascendantes ou descendantes qui caractérise le premier négatif comme doux ou dur. On en déduit (C, **1599**) la durée à donner au développement dans un nouvel essai pour obtenir la gamme normale, ou du moins s'en rapprocher avec une approximation très suffisante dans la pratique. D'autre part, si l'on a noté les durées d'apparition des sept teintes de la zone la moins éclairée, on peut déterminer graphiquement la limite inférieure de sensibilité théorique avec une approximation de moins de 0,01 B. M. S., soit moins de 10 %.

La limite inférieure de sensibilité pratique se déduira des mesures d'opacités; des moyens analogues permettront de déterminer l'intensité du voile après une durée de développement déterminée. Pour fournir une image acceptable, un négatif doit, dans la reproduction des parties éclairées du sujet, présenter une opacité voisine de 32, déduction faite du voile.

M. Gravier[1] a fait construire par la maison Marion un châssis sensitométrique pour l'essai simultané de la sensibilité des préparations utilisées en photographie. Les préparations sensibles sont obturées par six réglettes, réunies par couples, de façon à former trois groupes, chacun d'eux agissant à la fois sur deux préparations sensibles différentes. Un écran opaque, percé de trous équidistants, est placé à l'intérieur du châssis, devant les préparations sensibles : il permet de produire sur ces surfaces des impressions qui, se détachant du fond environnant, donnent la trace des plus faibles colorations ou réductions de la substance photographique essayée. On peut ainsi obtenir sur deux surfaces sensibles différentes quinze impressions successives dans des intervalles de temps qui dépendent de la volonté de l'opérateur. A l'aide de cet appareil on peut décider entre deux marques de plaques quelle est la meilleure pour le travail à effectuer ; on peut, en effet, étudier les gradations de tons données par les diverses plaques, l'opacité, l'influence des écrans colorés, etc.

MM. Mers et Sheppard ont comparé les divers appareils sensitométriques utilisés et établi des tables de concordance pour les divers appareils. Le 25e degré Warnerke équivaut au 16e Scheiner, au 160e Hurter et Driffield, au 180e Watkins, au 113e Wyne[2]. Ces chiffres ont été obtenus en utilisant le révélateur normal à l'oxalate ferreux préparé de la façon suivante[3] : on

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 187. — 2. *Revue des sciences photographiques*, fév. 1905, p. 335. — 3. *Photographic Journal*, 1903, p. 199

mélange 184 grammes d'oxalate neutre de potassium dissous dans 900 c. c. d'eau et 27 grammes de sulfate ferreux dissous dans 100 c. c. d'eau renfermant 1 c. c. d'acide sulfurique à 66°; on verse la solution de sulfate ferreux dans celle d'oxalate et l'on obtient ainsi le révélateur que l'on fait agir à la température de 20° C.

1839. Cuvettes. — La maison B. W. Buchter et Sons, de Londres, a construit une cuvette spéciale pour le développement des bandes de pellicules[1]. Les deux extrémités de la cuvette sont de forme allongée et l'une d'elles est munie d'un bec pour verser le révélateur; deux traverses en porcelaine fixées à peu de distance du fond de la cuvette permettent de maintenir dans le bain la bande de pellicule à développer. Il a été établi un assez grand nombre de cuvettes pour le développement lent : un des meilleurs modèles en porcelaine, avec couvercle de la même matière et rainures en celluloïd, a été mis en vente par Watson et Sons de Londres sous le nom de *Stand Developing Through*; c'est l'un des modèles les plus faciles à nettoyer et les plus pratiques qui aient été créés; d'autres cuvettes en faïence émaillée, granitine, etc., servent au fixage et au lavage des négatifs.

M. Gaumont a établi pour le développement lent un jeu de cuvettes de forme cubique nécessitant la mise en œuvre d'une faible quantité de bain et une série de paniers en nickel pur destinés à recevoir les plaques à développer. L'une des cuves rentre dans l'autre, ce qui réduit au minimum le volume d'encombrement. Pendant le développement, la grande cuve sert de couvercle à la petite; après le développement, on la remplit d'eau et elle sert au lavage des négatifs. Le même constructeur a introduit, sous le nom de *boîtes Héméra*, un dispositif peu coûteux pour le développement hors du laboratoire; il consiste en des boîtes en carton spécial, munies de rainures dans lesquelles on glisse les plaques. Des trous en chicane, perforés à la partie supérieure et à la partie inférieure, permettent l'entrée du liquide développateur tout en empêchant l'accès de la lumière; on place les plaques dans ces boîtes à la sortie des châssis et on colle une bande de papier autour de la boîte pour indiquer qu'elle est chargée, on entoure la boîte d'un bracelet de caoutchouc qui s'oppose à son ouverture accidentelle pendant les diverses manipulations, on verse le développateur lent, préparé à l'avance et dont on a déterminé avec soin la durée d'action, on introduit la boîte dans le liquide en laissant à l'air de la boîte le temps de s'échapper sous formes de bulles, on agite verticalement sous le liquide, et quand le temps nécessaire au développement est écoulé, on retire la boîte de façon à éliminer le développateur en excès; la boîte est alors plongée dans un récipient plein d'eau de façon à rincer les plaques et l'intérieur de la boîte, on fixe par le même procédé, on ouvre alors la boîte et, après en avoir extrait les plaques pour les mettre dans une cuve à lavage, on la jette aux ordures, ce que permet le prix bas de cet accessoire.

La Compagnie Eastmann a simplifié sa machine à développer les pellicules en pleine lumière. La pellicule à développer, protégée par le papier noir, est fixée à une boîte d'enroulement; la pellicule se déroule alors à l'abri de

1. *The Yearbook of Photography*, 1904, p. 501.

la lumière pour s'engager entre les spires d'un tablier en celluloïd inactinique bordé de caoutchouc dentelé, mais dont les ouvertures sont protégées contre l'accès de la lumière par deux joues métalliques. La grosse bobine ainsi constituée peut, en pleine lumière, être sortie de la boîte d'enroulement pour être introduite dans la cuve métallique remplie de révélateur. La pellicule étant placée verticalement, il n'est pas nécessaire de l'agiter fréquemment dans le bain : on évite très facilement la production des bulles d'air; après un lavage sommaire, la pellicule est retirée du rouleau pour être fixée dans une cuvette ordinaire.

M. Duchey a établi pour le développement lent des réglettes en métal inattaquable par les bains usuels qui permettent de disposer face en dessous un nombre quelconque de plaques en les étageant dans une cuvette ou un récipient quelconque. Ce dispositif est d'un emploi très commode lorsque l'on veut soumettre à l'action du développement lent un petit nombre de plaques; dans le cas contraire, on utilise l'un des nombreux modèles de cuves à développement lent. Les meilleures cuves sont en verre ou, à défaut, en porcelaine ; on les enferme dans une boîte étanche à la lumière et, après chaque développement, il y a lieu de les nettoyer avec le plus grand soin.

Pour le développement des papiers au gélatino-bromure, la Compagnie Eastmann a établi une machine permettant d'effectuer automatiquement cette opération : l'épreuve, au sortir du révélateur, est essorée puis envoyée dans une cuvette pleine d'eau ; le fixage et les lavages qui suivent se font à la façon ordinaire.

M. Champly [1] a construit une cuve pour laver rapidement les négatifs, les pellicules et les épreuves sur papier. Cette cuve comprend des compartiments mobiles dans lesquels l'eau circule sans arrêt et d'une façon méthodique. Le lavage est terminé après une demi-heure; les épreuves sont chacune dans un compartiment séparé, et il n'est pas nécessaire de les remuer pour opérer le lavage.

La maison Frenkmann, de Schoneberg-Berlin, fabrique des gants en boyau de bœuf; cet accessoire permet d'éviter les taches produites par les révélateurs. La baudruche des gants est très mince, elle permet de manier facilements les négatifs et elle ne se coupe pas au contact des bords de la plaque, généralement non rodés [2].

1840. Châssis-presse. — M. Joux a construit un châssis auto-retoucheur permettant d'amêliorer le négatif. Le tirage de l'épreuve s'effectue en deux fois : la première fois on obtient une épreuve légèrement au-dessous de l'intensité qu'elle doit présenter, puis l'on interpose entre l'épreuve et le négatif un positif sur verre à grands contrastes. Au lieu d'utiliser ce moyen on peut, comme l'a indiqué M. Artigue, intercaler une feuille de papier sensible transparent, assez lent et donnant des images dures. Les réserves nécessaires pour arrêter l'action de la lumière dans les ombres pendant qu'elle se continue dans les grands blancs, sont ainsi créés dans le châssis lui-même et, par conséquent, en repérage rigoureux avec l'image.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 83. — 2. *La Revue de photographie*, 1903, p. 126.

On évite du même coup l'interposition d'une épaisseur de verre entre le négatif et l'épreuve, interposition qui peut donner un flou exagéré, surtout s'il s'agit d'épreuves de paysage. Ce tour de main permet d'éviter le repérage du négatif, car dans le châssis primitif on était conduit à déplacer et replacer plusieurs fois le négatif, le positif et le papier sensible pour surveiller la venue de l'image.

Il existe, d'ailleurs, un assez grand nombre de châssis-presse permettant de suivre la venue de l'épreuve exactement repérée : ces châssis, qui servaient autrefois au tirage des épreuves au collodio-chlorure d'argent ou des diapositives par noircissement direct, étaient connus sous le nom de châssis à pompe.

1841. Eclairage artificiel. — L'emploi des poudre-éclair se généralise de plus en plus, et on a proposé un très grand nombre de formules pour la préparation et d'appareils pour l'inflammation des poudre-éclair. M. Bayer, MM. Lumière utilisent des mélanges d'oxydes métalliques. La Société Lumière a breveté l'emploi, comme comburant, des chromates des métaux existant à deux degrés d'oxydation, ainsi que des oxydes sous forme d'extrême division des mêmes métaux, lesdits oxydes étant fournis par la calcination des nitrates correspondants[1]. Ces poudres ne donnent qu'une faible quantité de fumée.

On doit proscrire l'emploi des poudres contenant des sels de baryte ; les fumées dégagées par la combustion de minimes quantités de ces poudres sont toxiques. Les sels de cuivre, contenus dans certains mélanges de poudre-éclair et répandus dans l'air par un emploi répété, se déposent, sous forme d'acétates verts ou de carbonates, sur tous les objets environnants, qui, après un certain temps, peuvent être recouverts de vert-de-gris[2].

Le mélange de magnésium et d'aluminium en poudre produit une flamme très brillante, surtout à cause de la température très élevée due à la formation d'alumine. Pour réaliser la combustion de ces métaux, on place, dans une petite cuvette ou un creuset de terre poreuse, de 2 à 5 grammes de poudre pure de magnésium ; on ajoute un peu d'eau, de façon à produire une pâte assez humide ; on la recouvre d'une petite quantité de poudre sèche de magnésium et l'on enflamme à l'aide d'une mèche trempée dans l'alcool. La flamme est très brillante, et la magnésie produite se présente sous la forme de longs fils.

La pâte aluminium et eau se prépare de la même façon. On l'étend dans un creuset assez grand, on la recouvre de la poudre sèche de magnésium et on enflamme à l'aide d'une mèche trempée dans de l'alcool. On obtient une flamme très vive, plus brillante que celle produite par le magnésium ; la quantité de fumée dégagée est assez faible.

Pour l'inflammation de la poudre-éclair, M. Alexandre utilise une pile sèche qui fait rougir un fil de platine : ce dernier enflamme une mèche de fulmicoton de 3 à 4 centimètres de long. On n'a donc pas à craindre l'altération du fil de platine par la déflagration de la poudre-éclair[3].

1. *Photo-Gazette*, 1905, p. 103. — 2. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1905, p. 303. — 3. *Photo-Gazette*, 1904, p. 98.

Le dispositif employé par M. Richard est simple : à l'extrémité d'un porte-bougie à ressort comme celui des lanternes de voitures, il fixe une petite cuillère pouvant contenir environ 1 gramme de poudre-éclair; cette petite cuillère est maintenue horizontalement par une gâchette et un ressort tend à la redresser brusquement quand on le déclenche : la poudre, projetée sur la flamme de la bougie, brûle instantanément. Dans l'appareil de M. Alexandre, la flamme d'une lampe est amenée, par un ressort, au contact d'un papier qu'elle enflamme et qui provoque l'éclair; dans d'autres appareils, une poire en caoutchouc projette le dard d'un chalumeau sur la poudre, qui prend feu instantanément.

La Société Krebs a repris la fabrication des feux de Bengale employés au début de la photographie[1] et livre des produits donnant des flammes diversement colorées. On a aussi modifié la lampe électrique à mercure de Way et proposé l'emploi des lampes de Cooper Hewitt, dont le fonctionnement rappelle, dans une certaine mesure, celui des tubes de Geissler; mais l'emploi de ces lampes est coûteux, car pour obtenir avec les lampes au mercure le même résultat fourni en 2 minutes par les lampes à arc en vase clos, on doit prolonger la pose pendant 7 minutes, soit trois fois et demi de plus.

L'emploi simultané de la lumière artificielle et de la lumière du jour permet d'obtenir des effets assez particuliers. M. Newton Gibson[2] a obtenu ainsi des épreuves intéressantes dans lesquelles sont représentées les bougies, lampes, etc., qui semblent constituer la source de lumière éclairant le sujet. Le modèle à photographier est placé dans une chambre ordinaire, à 3 ou 4 mètres d'une fenêtre. La source lumineuse réelle (constituée par la combustion d'un fil de magnésium) doit être exactement à la place où se trouve la source lumineuse apparente. Dans ce but, on utilise une planchette de bois mince d'environ 0^m75 de long sur 0^m05 de large; l'une de ses faces est recouverte de velours noir, à l'autre est attaché le ruban de magnésium. Cet appareil est suspendu à un long manche tenu par un aide. Quand le sujet est posé, la mise au point faite, la bougie allumée et tous les accessoires convenablement disposés, l'aide qui tient le manche de l'écran mobile met celui-ci en position au-dessus de la bougie, côté velours tourné vers l'objet, et l'abaisse de façon à cacher la flamme; on éclaire en allumant le magnésium, et à ce moment précis l'obturateur est déclenché. L'éclairage dure environ une seconde; quand il est terminé, on relève l'écran mobile pour permettre à la flamme de la bougie d'impressionner la plaque, ce qui demande moins d'une seconde; on peut alors refermer l'obturateur. Sur l'épreuve, on ne constatera pas trace de l'écran de velours noir derrière lequel le magnésium a été brûlé pourvu que le fond sur lequel se projette cet écran mobile de velours noir ait été choisi aussi sombre que possible. Le ruban de magnésium doit être maintenu dans une position horizontale, formant ainsi un angle droit avec le corps de l'écran ; à cet effet, on place, à 2 centimètres environ du bas de la planchette, un petit crochet permettant de fixer le ruban dans cette position. D'autre part,

1. Voyez Van Monckhoven, *Traité général de photographie*, 1865, p. 275, et *Bulletin de la Société française de photographie*, 1905, p. 362. — 2. *Photo-Gazette*, 25 décembre 1904.

la combustion du fil de magnésium produit une fumée blanche dont il importe de se débarrasser; pour cela, on cloue au dos de la planchette, à 3 centimètres au-dessus du crochet, une feuille de fer-blanc de dimension convenable, pliée en forme d'un U et qui forme ainsi une sorte de cheminée triangulaire par laquelle s'échapperont les fumées de magnésie. L'écran est fixé à son manche par un clou autour duquel il doit pouvoir circuler librement, de façon à conserver toujours une position verticale, quelle que soit l'inclinaison donnée au manche.

La longueur du ruban de magnésium nécessaire pour produire un éclairage d'une seconde est à peu près 3 centimètres : le pouvoir actinique de cette source s'étend pratiquement à 2 mètres. La lumière du jour ne doit pas être trop forte; il ne faut pas qu'elle détruise les ombres provenant de l'éclairage au magnésium. On détermine par tâtonnement la distance du sujet à la fenêtre la plus convenable pour obtenir l'effet que l'on recherche ; il est bon de conserver le halo produit par la bougie.

L'emploi de lumière électrique est d'usage courant pour obtenir les négatifs de reproduction, cartes, plans, etc. On s'en sert aussi pour obtenir des réductions ou des agrandissements de négatifs. MM. Guibert et Boisard[1] utilisent une boîte à lumière de 32 centimètres de côté et d'une épaisseur de 18 centimètres; dans cette boîte sont disposées cinq lampes de Nernst, disposées en quinconce, chaque lampe dépendant d'un contact spécial. La lumière de ces lampes est projetée sur le verre dépoli qui se trouve à peu de distance du négatif; on peut éclairer séparément certaines portions du verre dépoli : soit un négatif présentant un ciel opaque et des premiers plans légers; on éteindra, au moment voulu, les lampes correspondant aux premiers plans, tout en laissant agir celles qui éclairent le ciel plus ou moins opaque.

1842. Montage des épreuves. — L'utilisation des plumes coupantes, dites *Stediks*, est grandement facilitée par l'emploi d'un porte-stedik dénommé *le Ferrac;* il permet d'en augmenter la longueur et de l'avoir parfaitement en main.

M. Fourcroy a construit une planche à couper les épreuves qui présente la particularité d'être composée de lames de bois debout, assemblées, en sorte que la pointe dont on se sert pour couper les épreuves ne se trouve pas entraînée par les fils du bois en dehors de la direction qu'elle doit suivre. Les coupures que produit la pointe sur la surface de la planche disparaissent très facilement : il suffit de mouiller cette surface avec une éponge; le bois se gonfle et les traces de coupures se resserrent. La planche est, d'ailleurs, montée sur un pivot central, de telle sorte que l'opérateur n'a pas besoin de déplacer l'épreuve et le calibre pour leur donner l'orientation la plus commode pour chacun des traits de coupe[2].

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1904, p. 570. — 2. *Ibid.*, 1903, p. 61.

BIBLIOGRAPHIE.

ABBE (Dr E.), *Gesammelte Abhandlungen.*

AUBRY (R.), *Annuaire général et international de la photographie.*

BECK (C.) et HERBERT ANDREWS, *Photographic Lenses.*

BELIN (E.), *Précis de photographie générale.*

BOLAS (T.) et BROWN (E.-G.), *The Lens.*

BRANDWEINER (A.), *Der Blendensteller.*

CLERC (L.-P.), *L'année photographique*, 1904 à 1906.

CZAPSKI (Dr S.), *Grundzüge der Theorie der optischen Instrumente nach Abbe.*

DILLAYE (F.), *Les nouveautés photographiques*, 1904 à 1906.

EBERHARD (Dr G.), *Ueber der schœdlichen Einfluss der Verkittens von Objektiven.*

EDER (Dr J.-M.), *Jahrbuch fur Photographie und Reproductions technik*, de 1903 à 1906.

— *Sensitometrische Prüfung gewönlicher und orthochromatischer Platten.*

FABRE (C.), *Aide-mémoire de photographie*, 1903 à 1906.

— *Les industries photographiques.*

HOLM (Dr E.), *Das Objektiv in Dienste der Photographie.*

— *Photographie béi Künstlichem Lichte.*

HYATT-WOOLF (C.), *The optical dictionary.*

KIESLING (M.), *Das Arbeiten mit dem Tele-Objektiv.*

KILBEY (W.), *Advanced handcamera Work.*

LAUSSEDAT (A.), *Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographique.*

LONDE (A.), *La photographie à l'éclair magnésique.*

MAZEL (A.), *La photographie artistique en montagne.*

MIETHE (Prof., Dr A.), *Lehrbuch der praktischen Photographie.*

MORIN (E.), *Recherches d'optique photographique.*

MÜLLER (P.), *Anleitung zur Momentphotographie.*

PIZZIGHELLI (G.), *Anleintung zur Photographie.*

PULLIGNY (L. DE) et PUYO, *Objectifs d'artistes.*

ROUYER (L.), *Manuel pratique de photographie sans objectif.*

SASSI (L.), *La fotografia sansa obbiettivo.*

SCHEFFLER (M.), *Das photographische Objektiv.*

SCHMIDT (Hans), *Ueber verkittete und unverkittete Anastigmate.*

SCHNAUSS (H.), *Die Blitzlicht-Photographie.*

STOLZE (Dr F.), *Optik für Photographen.*

SPÖRL (H.), *Die photographischen Apparate und sonstigen Hilfsmittel zur Aufnahme.*

VOGEL (Dr E.), *Taschenbuch der praktischen Photographie.*

TAYLOR (J.-T.), *The Optics of Photography and Photographic Lenses.*

THOMPSON (S.-P.), *Optische Hilfstafeln Konstanten und Formeln für den Optiker und Augenartz.*

WESTEL (W.-L.-F.) et BAYLEY (R.-C.), *The Hand Camera and what to do with it.*

LIVRE II

PHOTOTYPES NÉGATIFS

CHAPITRE PREMIER

PROCÉDÉS AU COLLODION

§ 1. — Collodion et bain d'argent.

1843. Préparation du collodion. — L'emploi du procédé dit *au collodion humide* est limité aux ateliers industriels de reproductions photomécaniques et à un très petit nombre d'applications spéciales. Les collodions que l'on utilise contiennent des iodures et des bromures alcalins ou métalliques ; le plus souvent l'ioduration est faite avec une partie d'iodure et un quart de bromure pour 100 c. c. de collodion à 1 pour cent de coton-poudre.

En France, le transport, la détention et la vente du coton-poudre ont été interdits depuis le 1er octobre 1904 dans toute l'étendue du territoire ; mais on peut transporter une solution de pyroxile faite avec le mélange d'alcool et d'éther. Ces deux dernières substances en mélange, connues antérieurement sous le nom d'éther Hoffmann, sont astreintes aux droits de régie.

La fabrication de ce produit indispensable ne peut plus être entreprise que sous le contrôle de l'administration et sous condition expresse de sa transformation immédiate en collodion. Les usines doivent produire en même temps l'alcool et l'éther, et peuvent alors transformer en collodion la totalité du coton azotique.

On peut aussi amener le coton azotique sous forme de gelée inexplosible, entièrement soluble dans le mélange d'alcool et d'éther, et fournissant ainsi des collodions d'une limpidité parfaite, particulièrement appropriés aux manipulations photographiques. On trouve aujourd'hui ce produit sous forme de tablettes régulièrement dosées, permettant de préparer un volume de collodion normal ou de collodion ioduré d'un titre connu.

1844. Procédés opératoires. — Les négatifs destinés aux travaux de reproduction doivent présenter des traits extrêmement nets : on arrive à ce résultat en utilisant un bain d'argent légèrement acide, préalablement saturé d'iodure d'argent. Le bain d'argent se prépare en dissolvant 0gr5 environ d'iodure de zinc dans un litre d'eau et ajoutant 80 grammes de nitrate d'argent fondu à ce liquide : le précipité qui se forme se dissout en partie par l'agitation ; on filtre sur un filtre contenant quelques cristaux d'acide borique. La plaque préparée est développée à l'aide d'un bain de fer à l'acide tartrique ; on fixe l'image et on la renforce en transformant l'argent du négatif en chromate de plomb et d'argent ; dans ce but, on immerge la plaque dans un premier bain, plus ou moins dilué, qui la fait blanchir. Ce bain se prépare avec 4 grammes d'azotate de plomb et 6 grammes de ferricyanure de potassium pour 100 c. c. d'eau. Cette solution doit être conservée et manipulée dans le laboratoire obscur. Après une immersion suffisante, lorsque toute la couche est devenue d'un blanc jaunâtre, on plonge le négatif dans une solution de bichromate de potassium dont le titre varie de 5 à 10 pour cent ; la teinte passe au jaune orangé.

Le lavage, après le traitement au bain de plomb, peut être remplacé par une immersion dans un bain abondant de sulfite de soude à 10 pour 100 ; on lave, et on peut alors faire noircir l'image soit par l'emploi des sulfures alcalins, soit plus simplement par immersion dans un bain de développement à l'hydroquinone avec formol ; les bains à l'hydroquinone et alcalis ont, en général, une tendance à provoquer le soulèvement de la couche de collodion.

§ 2. — Émulsions au collodion.

1845. Influence des chlorures et des bromures. — Le baron von Hübl[1] a donné des indications très précises pour la préparation d'une émulsion au collodio-bromure d'argent, émulsion qu'il est facile d'orthochromatiser ou de panchromatiser à l'aide de matières colorantes.

Les émulsions qui contiennent un excès de bromure soluble sont difficiles à sensibiliser, car le bromure empêche ou atténue la teinture du bromure d'argent par le colorant ; mais si l'on transforme cet excès de bromure soluble en bromure d'argent (il suffit pour cela d'ajouter un sel d'argent soluble), le colorant se fixe au bromure d'argent : l'émulsion possède alors un maximum de sensibilité pour une nouvelle région du spectre. Un excès de sel d'argent peut diminuer l'effet utile du colorant, si ce colorant ne donne pas avec les sels d'argent des composés insolubles : les colorants du groupe de l'éosine, qui sont dans ce cas, voient leur effet utile s'accroître au fur et à mesure que l'on augmente les additions de sel d'argent.

Il n'en est pas de même pour les chlorures ; leur présence dans l'émulsion n'affecte en rien le pouvoir sensibilisateur des colorants. Les émulsions au bromure contenant un peu de chlorure d'argent sont plus faciles à sensibiliser sans excès de sel d'argent soluble ; elles ne contiennent pas, en effet, de bromure soluble : il serait immédiatement transformé en bromure d'ar-

1. Eder, *Jarbuch für Photographie*, 1904, p. 3.

gent ; par suite, en ajoutant un excès de chlorure au collodion avant de le transformer en émulsion et employant une quantité de bromure insuffisante pour saturer tout le nitrate d'argent, on arrive à préparer facilement des émulsions orthochromatiques.

L'ammoniaque n'empêche pas la production de bromure d'argent à grain fin : la viscosité, la dilution du collodion, la nature du coton-poudre n'ont pas d'influence bien marquée sur la finesse du grain ; les émulsions alcalines ont moins de tendance à fournir des images voilées et donnent des images plus pures, mieux modelées que celles obtenues par l'emploi des émulsions acides.

La maturation de l'émulsion en présence d'ammoniaque se produit rapidement s'il y a un bromure soluble avec le bromure d'argent dans le cas de l'émulsion à la gélatine ; pour le collodion, la maturation produit bien le changement du bromure d'argent qui passe à l'état de grains de plus en plus grossier, mais il n'y a pas accroissement de sensibilité. En l'absence de bromure soluble, une émulsion lavée, traitée à l'ammoniaque, ne mûrit pas, elle conserve sa nuance rouge par transparence, mais à la longue le collodion devient plus fluide et se décompose ; d'ailleurs la présence d'un chlorure soluble empêche la modification du bromure d'argent. En préparant une émulsion au chlorobromure à l'aide d'une solution ammoniacale d'argent, la sensibilité de la préparation est assez grande, le grain est fin, et l'on peut orthochromatiser facilement. Il est probable que ces qualités sont dues à ce que l'émulsion contient du chlorure d'argent dissous dans l'ammoniaque. L'excès de chlorure qu'elle renferme facilite sa conservation, supprime tout risque de voile, et la présence du chlorure d'argent ammoniacal exalte sa sensibilité : cette sensibilité n'augmente pas par addition d'un sel soluble d'argent ou par immersion de la plaque dans une dissolution étendue de nitrate d'argent. L'addition d'un acide, tel que l'acide acétique, ne modifie pas la sensibilité de l'émulsion.

1846. Préparation de l'émulsion. — La préparation de l'émulsion s'effectue en ajoutant d'abord une solution ammoniacale d'argent à du collodion ; dans ce collodion argentique on ajoute la solution de chlorure et de bromure ; cette addition, faite par petites portions à la fois, produit l'émulsion. Les pesées doivent être faites avec soin.

La solution d'argent se prépare dans le laboratoire obscur, en plaçant dans un flacon de 300 c. c. de capacité, pouvant être bouché à l'émeri, 50 grammes de nitrate d'argent fondu, grossièrement pulvérisé ; on ajoute, en une fois, 50 c. c. d'ammoniaque (densité = 0,91) ; on agite jusqu'à ce que l'on obtienne une dissolution limpide, ce qui exige quelques minutes. Si la solution n'était pas complètement limpide, on ajouterait quelques gouttes d'ammoniaque. La solution ammoniacale d'argent est alors additionnée de 100 c. c. d'alcool à 95-96° ; en se refroidissant, le mélange peut laisser déposer des cristaux ; on

les fait disparaître en ajoutant peu à peu de l'eau distillée : il suffit au maximum de 10 c. c. d'eau.

Cette solution ammoniacale de nitrate d'argent est versée dans 700 c. c. de collodion à 4 % de coton-poudre, placés dans un flacon de 1.500 c. c. de capacité : une partie du sel d'argent se précipite à l'état de très petits cristaux; il n'y a pas lieu de s'en préoccuper et l'on ajoute alors la solution de chlorure et de bromure.

On la prépare en dissolvant 27 grammes de bromure d'ammonium pur et sec dans 40 c. c. d'eau distillée chaude; après dissolution, on ajoute 100 c. c. d'alcool à 95 %. Au liquide obtenu, on ajoute 15 c. c. de solution de chlorure de lithium préparée en dissolvant 10 grammes de chlorure de lithium sec dans 10 c. c. d'eau chaude et ajoutant 90 c. c. d'alcool à 95 %; on filtre cette liqueur.

La solution chloro-bromurée ainsi préparée laisse déposer par refroidissement une partie des sels dissous ; on évite cet inconvénient en la maintenant au bain-marie.

On ajoute cette dissolution tiède au collodion tenant en dissolution le nitrate d'argent ammoniacal. Le mélange doit être fait peu à peu, en ajoutant environ 10 c. c. de solution chloro-bromurée au collodion en agitant longuement et vigoureusement chaque fois, de façon à éviter la formation de grains de bromure d'argent trop grossiers. L'opération doit être effectuée en 15 minutes environ ; on rince avec 5 c. c. d'eau le flacon ayant contenu la solution bromurée, on ajoute à cette eau 25 c. c. d'alcool et l'on mélange le tout à l'émulsion ; on agite fortement le flacon pendant cinq minutes et l'on abandonne au repos pendant deux ou trois heures. Il faut éviter de laisser déposer trop longtemps parce que les couches préparées avec une telle émulsion manqueraient de solidité.

L'émulsion doit renfermer un excès de chlorure soluble; on s'en assure en prélevant 4 à 5 c. c. d'émulsion que l'on verse dans 10 c. c. d'eau contenant 10 gouttes d'acide nitrique ; après agitation, on filtre et la liqueur filtrée doit donner un précipité blanc de chlorure d'argent. On examine ensuite la nature de la couche d'émulsion sous faible épaisseur ; dans ce but, on verse une petite quantité d'émulsion sur une plaque de verre bien nettoyée, on la dilue avec un mélange d'éther et d'alcool, et on examine la lumière d'une bougie en interposant la couche entre l'œil et la flamme éclairante. La flamme doit paraître colorée en orangé plus ou moins rougeâtre, sans tendance au gris, nuance qui correspond à un grain très grossier du bromure

d'argent; une teinte grise ou d'un gris brunâtre indique que l'on a ajouté trop d'eau ou que la solution des bromures a été ajoutée trop brusquement à la solution d'argent.

La nature de l'émulsion ayant été vérifiée et reconnue de bonne qualité, on peut procéder à la précipitation et au lavage de l'émulsion.

1847. Précipitation et lavage de l'émulsion. — Le flacon contenant l'émulsion est additionné peu à peu de 300 c. c. d'eau distillée, en agitant vigoureusement après chaque addition. On verse alors le tout dans une terrine de grès vernissé contenant environ 3 litres d'eau ordinaire; on brasse énergiquement, on abandonne au repos, on fait passer le liquide sur une toile fine, on remplace l'eau ordinaire par de l'eau pure et on lave ainsi cinq ou six fois, de façon à entraîner par l'eau distillée tous les sels solubles que contient l'émulsion précipitée. On la rassemble alors sur un tissu de toile fine que l'on replie sur lui-même et que l'on exprime de façon à éliminer le plus possible les sels solubles qui imprègnent l'émulsion; on place le nouet de toile sur une plaque de porcelaine dégourdie ou plusieurs doubles de papier buvard de façon à éliminer l'excès d'eau. On enlève enfin l'humidité résiduelle en imprégnant à plusieurs reprises d'alcool concentré que l'on exprime au fur et à mesure; on obtient ainsi la matière qui sert à préparer l'émulsion à orthochromatiser.

1848. Préparation de l'émulsion orthochromatique. — La poudre fine, d'aspect sablonneux, est dissoute dans 350 à 450 c. c. d'alcool et 400 à 550 c. c. d'éther; on filtre cette solution sur une peau de chamois bien dégraissée, puis lavée elle-même dans un mélange d'alcool et d'éther. Les négatifs obtenus sont d'autant plus vigoureux et brillants que l'émulsion est plus concentrée; pendant les premiers jours de la préparation, elle a une tendance à donner des images voilées, mais, au bout de peu de temps, elle donne des images très pures qui s'obtiennent deux fois plus rapidement que par l'emploi des plaques au collodion humide. L'émulsion donne une grande variété de demi-teintes parfaitement graduées, permettant une reproduction très fidèle des originaux à faibles contrastes, ce qui est précieux pour la reproduction de certaines peintures à l'huile anciennes et très assombries.

Pour obtenir une émulsion convenant à l'exécution de négatifs

tramés exigeant une grande opacité dans les noirs, pour obtenir une surface sensible donnant de grands contrastes, l'émulsion doit être additionnée de chromate d'argent; ce produit joue là le même rôle que dans certains papiers au collodion (papier Rembrandt) à grands contrastes[1]. On prépare une dissolution de 1 gramme de bichromate d'ammoniaque dans 100 c. c. d'eau; de cette solution on prélève 5 c. c. que l'on ajoute à 15 c. c. d'alcool. La dissolution alcoolique ainsi préparée sert à donner de la dureté à l'émulsion, mais il faut en user avec ménagement, car elle réduit fortement la sensibilité. Le plus souvent il suffira d'ajouter à 100 c. c. d'émulsion un demi-centimètre cube de cette solution alcoolique : cette addition produit son effet au bout de deux jours. Une addition de $1^{cc}5$ réduit la sensibilité au tiers de sa valeur et 3 c. c. abaissent cette sensibilité à un sixième de sa valeur primitive. L'addition d'éosine donne des résultats comparables, mais sans l'inconvénient de réduire la sensibilité générale.

Un bon sensibilisateur pour les radiations rouges s'obtient par l'emploi du violet d'éthyle. On dissout 1 gramme de violet d'éthyle chimiquement pur de Hœchst dans cinq litres d'alcool à 95°, on ajoute 10 c. c. de cette solution à 100 c. c. d'émulsion au collodion. La glace recouverte de collodion est lavée lorsque la couche a fait prise; quand les stries huileuses ont disparu, on expose la plaque à l'état humide.

La *monobromofluorescéine* donne la sensibilité au jaune et au vert. On dissout 2 grammes de monobromofluorescéine de Hœchst dans un litre d'alcool et on ajoute de 8 à 10 c. c. de cette dissolution alcoolique à 100 c. c. d'émulsion; on agite fortement et, après repos, l'émulsion est étendue sur glace. Quand la couche a fait prise, on la plonge, sans aucun lavage intermédiaire, dans une solution de 2 grammes de nitrate d'argent pour un litre d'eau distillée; on la laisse séjourner dans ce bain jusqu'à disparition des stries graisseuses; on l'expose à l'état humide, sans rinçage.

Le *jaune canari n° 2 de Holliday* donne une émulsion qui présente une certaine sensibilité dans le jaune et dans le vert, mais qui n'est nullement sensible à l'orangé et au rouge; on peut la manipuler en lumière rouge clair. On fait une solution saturée à froid de jaune canari n° 2 dans l'alcool à 90°; à neuf parties de cette solution on

1. L.-P. Clerc, *l'Année photographique*, 1905, p. 66.

ajoute une partie d'ammoniaque. Le sensibilisateur ainsi préparé s'emploie à la dose de 5 c. c. par 100 c. c. d'émulsion : le mélange se conserve pendant plusieurs jours. On étend l'émulsion sur glace, on lave sous un jet d'eau quand elle a fait prise, on expose à l'état humide. Le temps de pose est à peine supérieur à la moitié de celui qu'exige habituellement le collodion humide.

Le *pinachrome*, l'*homocol*, le *pinaverdol* (*paratoluquinaldine-quinolcinemethylcyanine*) sont d'excellents sensibilisateurs pour le vert, le jaune, l'orangé et même le rouge; le pinachrome donne une assez bonne sensibilisation panchromatique. Les modes opératoires sont les mêmes pour ces trois colorants que l'on peut utiliser, soit par incorporation préalable à l'émulsion, soit par mouillage de la couche d'émulsion avec une solution diluée du colorant.

On prépare d'abord des solutions de réserve contenant 1 gramme de matière colorante pour un litre d'alcool à 90°; on conserve ces dissolutions dans l'obscurité.

L'incorporation à l'émulsion s'effectue en ajoutant $2^{cc}5$ de solution de réserve à 100 c. c. d'émulsion; on ajoute de 5 à 10 gouttes d'ammoniaque. Si l'on dépasse cette dose de colorant, on peut avoir des couches moutonnées par suite de l'excès d'alcool; de plus, l'excès de colorant forme écran et diminue la sensibilité : les plaques sont fréquemment voilées. Le procédé par incorporation préalable donne des couches moins pures, moins régulières que celles obtenues par mouillage après étendage; de plus, l'émulsion orthochromatisée se conserve très mal en flacon.

Lorsque l'on veut opérer par mouillage, on mélange de 10 à 12 c. c. de solution de réserve à 3 c. c. d'ammoniaque et l'on ajoute une quantité d'alcool à 90° suffisante pour faire 100 c. c. La couche bien lavée est recouverte de la solution colorante, que l'on maintient pendant deux ou trois minutes à la surface de la plaque que l'on balance doucement; quand toute la couche est uniformément imbibée de liquide, ce que l'on reconnaît à la disparition des stries, on lave abondamment la couche sous un jet d'eau jusqu'à disparition de toutes les traînées huileuses qui apparaissent au début du rinçage. La plaque, égouttée, est mise en châssis, exposée à la lumière et développée sans qu'il soit nécessaire de lui faire subir un nouveau rinçage. On utilise 10 c. c. de solution ammoniacale de colorant pour une plaque 18×24, et environ 25 c. c. pour une plaque de 30×40 centimètres.

Les émulsions ainsi traitées sont très sensibles aux couleurs. Pour éviter tout risque de voile provenant des manipulations, il faut prendre de grandes précautions pour l'éclairage. Si l'on ne peut opérer dans l'obscurité complète, on utilisera les écrans spéciaux d'éclairage n'admettant que le rouge extrême au delà de la longueur d'onde 670, et comme source de lumière on emploiera soit le bec Bengel, soit le pétrole, soit la lampe à incandescence, à l'exclusion du bec Auer et de la lumière du jour.

On peut préparer des plaques pouvant être utilisées à sec et qui se conservent en bon état pendant quelques jours. A 100 c. c. d'émulsion, on ajoute 5 c. c. de solution alcoolique de violet d'éthyle. Lorsque la couche a fait prise, on l'immerge sans rinçage préalable dans un bain de 3 grammes de nitrate d'argent, 1 litre d'eau et 4 c. c. d'acide acétique cristallisable. Les plaques séjournent dans ce bain jusqu'à disparition des traînées huileuses, on les laisse sécher et on expose à la lumière. Avant de développer, on ramollit la couche par l'emploi d'un mélange de moitié eau et moitié alcool; on lave ensuite à l'eau distillée jusqu'à disparition des stries et on peut alors plonger la plaque dans le révélateur. Ces plaques peuvent être employées sans écran jaunes; elles montrent une grande sensibilité pour le rouge et l'orangé.

Le pinaverdol sensibilise surtout pour le vert. Le mélange d'une émulsion au pinaverdol et d'une émulsion au pinachrome donne une nouvelle émulsion ayant les qualités propres à chacune d'elles et ne manifestant pas de tendance au voile; cependant la sensibilité aux couleurs autres que le bleu semble diminuer avec la durée de conservation.

1849. Développement. — Le révélateur au glycin fournit de très bons négatifs. On prépare tout d'abord une dissolution concentrée en dissolvant dans environ 250 c. c. d'eau chaude 50 grammes de sulfite de soude cristallisé, 20 grammes de glycin et 100 grammes de carbonate de potasse; on amène au volume total de 600 c. c. et on conserve en flacons bien bouchés cette solution de réserve.

Le développateur est préparé avec 25 c. c. de la solution de réserve et 75 c. c. d'eau; on ne doit pas ajouter de bromure, car l'addition de bromures alcalins et surtout de bromures de potassium a une tendance à provoquer un voile d'autant plus accentué que la couche d'émulsion est plus épaisse.

L'opération doit être menée très rapidement et ne pas excéder huit à dix secondes; l'image ne gagne pas en intensité par la prolongation du développement, mais elle perd rapidement en clarté pour se voiler complètement. Le rôle du développateur est de donner le modelé, comme dans le cas du collodion humide : le renforçateur donne de l'intensité, intensité qui est nécessaire pour le tirage. Aussitôt que le modelé est obtenu, on rince sommairement l'image sous un filet d'eau et on la fixe. L'action du carbonate de potasse tend à soulever la couche de collodion qui, avec certains pyroxites, se déchire; cet insuccès ne se présente pas en employant la celloïdine Schering pour la confection de l'émulsion.

Les plaques préparées à l'aide de l'émulsion Albert peuvent être développées par l'hydroquinone. Tschorner[1] a recommandé l'emploi de deux dissolutions : la première contient 100 grammes de sulfite de soude cristallisé, 25 grammes d'hydroquinone et une quantité d'eau suffisante pour faire un litre; la seconde renferme 100 grammes de carbonate de potasse et une quantité d'eau suffisante pour faire un litre. On mélange une partie de la première et deux de la seconde, on ajoute cinq gouttes de solution aqueuse à 10 p. 100 de bromure de potassium pour chaque 100 c. c. de révélateur préparé. Ce bain révèle rapidement. S'il s'agit de négatifs destinés à la trichromie, il vaut mieux diluer ce mélange de quinze à dix-huit volumes d'eau; le bain développe alors lentement et donne des images limpides avec la plupart des émulsions.

Le bain d'hydroquinone et formol est souvent employé avec avantages pour la production de négatifs présentant de grandes oppositions des noirs aux blancs. On le prépare en mélangeant avec environ 800 c. c. d'eau 15 grammes d'hydroquinone, 150 grammes de sulfite de soude anhydre et 20 grammes de formol commercial à 40 p. 100; on ajoute après dissolution une quantité d'eau suffisante pour faire un litre de liquide. Ce révélateur agit très rapidement, et il convient en général de le diluer de six à huit volumes d'eau.

1850. Fixage. — Le fixage du négatif s'effectue à l'aide d'une dissolution d'hyposulfite de soude dont la concentration peut varier de 10 à 20 p. 100. Le cyanure de potassium ronge les demi-teintes; il provoque d'ailleurs fréquemment les soulèvements et la rupture de la couche. Lorsque l'image est fixée, on la lave pour éliminer complètement l'hyposulfite de sodium; dans ce but, on lave pendant une minute sous un filet d'eau, on laisse égoutter pendant cinq minutes et on recommence deux fois ce traitement. La plaque peut alors être soumise à l'action du renforçateur; l'opération s'effectue exactement comme s'il s'agissait d'une plaque préparée au collodion humide.

1. *Le Procédé*, 1905, p. 45.

CHAPITRE II

PROCÉDÉ AU GÉLATINO-BROMURE D'ARGENT.

§ 1. — Préparation des plaques.

1851. — Mesure de la sensibilité des plaques. — La Commission permanente internationale de photographie a proposé[1] une méthode de mesure de la sensibilité des plaques basée sur l'évaluation d'un dépôt formé d'argent métallique ou de toute autre matière, provoqué par l'action d'une certaine quantité de lumière et effectué en présence d'un produit de composition complexe et variable appelé développateur.

La quantité de lumière peut être définie par le produit de trois facteurs : l'*intensité* de la source lumineuse, l'inverse du carré de la *distance* à laquelle elle se trouve placée, et la *durée* de son action. La source choisie doit autant que possible permettre d'essayer toutes les préparations sensibles se traitant par développement. Dans ce but, la Commission a proposé d'adopter comme définissant l'unité photographique de quantité de lumière la bougie d'acétylène équivalant, au point de vue photographique, au vingtième de l'étalon Violle et agissant à la distance de 1 mètre pendant une seconde.

Pour l'unité d'opacité, la Commission a proposé d'admettre l'opacité d'un dépôt qui transmet la dixième partie de la lumière qu'il reçoit. Pour les teintes destinées à être vues par réflexion, l'unité de teinte est celle qui est produite par un mélange où entrerait à parties égales la teinte la plus foncée, pouvant être obtenue par un développement indéfiniment prolongé et la teinte de fond du support.

Les caractéristiques d'une émulsion peuvent varier du simple au double et même au delà si l'on fait varier la composition du révélateur, sa température ou sa durée d'action. La composition du révélateur susceptible de faire donner à une émulsion quelconque le maximum de rendement ne saurait être établie *à priori*. La température la plus convenable paraît osciller entre 15° et 20° C., et la Commission a adopté celle de 15° qui se rap-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 15 mai 1905

proche le plus de la température moyenne des laboratoires dans les climats tempérés.

La durée normale du développement est celle qui correspond à une courbe d'opacité telle que dans sa partie moyenne le rapport des quantités de lumière soit égal au rapport des teintes.

La limite inférieure de sensibilité d'une émulsion est la quantité minimum de lumière qui est nécessaire pour obtenir une trace d'impression visible à l'œil nu au bout de la durée normale d'action du révélateur; cette détermination présente peu d'intérêt.

La limite supérieure de sensibilité ou encore l'*inertie* de la plaque est donnée par la quantité de lumière à partir de laquelle les rapports d'opacité deviennent proportionnels aux quantités de lumière. Il est préférable d'adopter comme définition de la sensibilité la quantité de lumière nécessaire pour obtenir l'unité d'opacité au bout de la durée normale d'action du révélateur.

L'*élasticité de l'émulsion* est l'opacité à partir de laquelle les gradations de teinte cessent d'être proportionnelles aux quantités de lumière.

La détermination de l'intensité de voile est très importante, car si cette intensité atteint une certaine valeur, l'émulsion devient pour ainsi dire inutilisable. On peut mesurer le voile par la valeur de l'opacité obtenue sans intervention de la lumière, au bout de la durée normale d'action du révélateur.

Au point de vue pratique, la détermination de la sensibilité relative des plaques est une opération délicate que l'on ne saurait faire en utilisant des objectifs rapides et des obturateurs instantanés; ce moyen manque absolument de précision. S'il s'agit de comparer la sensibilité de deux plaques de marque différente et si l'on ne dispose pas des appareils spéciaux permettant de faire ces essais, le mieux est d'utiliser un objectif muni d'un petit diaphragme (*f*/45 à *f*/70) et de photographier un intérieur nécessitant une durée de pose de plusieurs minutes. En opérant ainsi et recommençant plusieurs fois ces essais avec des temps de pose différents, on peut arriver à obtenir une valeur suffisamment précise du rapport de sensibilité des deux plaques dans les conditions de l'expérience.

1852. Fabrication et emballage des plaques. — L'Union nationale des Sociétés photographiques de France, réunie en session à Chambéry le 8 juillet 1902, a émis les vœux suivants relatifs à la fabrication et à l'emballage des plaques au gélatino-bromure d'argent.

Emballage extérieur. — Faciliter l'ouverture des boîtes en plaçant dans le joint un fil résistant permettant de déchirer la bande de fermeture. Réserver sur le couvercle des boîtes un espace de couleur claire permettant l'inscription de notes sommaires.

Emballage intérieur. — Supprimer les papiers plissés pour les plaques 9×12 et les dimensions inférieures. Pour les autres, employer le meilleur papier possible. Disposer toujours les plaques gélatine contre gélatine.

Nature des plaques. — Donner le plus d'extension possible aux recherches et à la fabrication des plaques antihalo.

Verres. — Apporter le plus grand soin au choix des verres dont les défec-

tuosités sont véritablement trop fréquentes (épaisseur irrégulière, bulles, mauvaises coupes, traits de diamant).

Date de fabrication. — Indiquer sur les boîtes de plaques la date de fabrication.

Ces vœux doivent être pris en sérieuse considération par les fabricants dans l'intérêt même de leur industrie.

Il n'existe pas encore de mode d'emballage pratique et peu coûteux pour le chargement en pleine lumière des châssis-magasins à tiroir d'escamotage; la solution de ce problème est près d'être obtenue commercialement, sur les données de plusieurs brevets pris en 1903 par l'ingénieur Carpentier.

1853. Préparation des plaques. — La quantité de bromure d'argent que contient la plaque a une grande influence sur la nature de l'image. On peut déterminer cette quantité en traitant la plaque par une solution aqueuse de cyanure de potassium à 5 %. Au bout d'un quart d'heure, la totalité des sels d'argent est dissoute. La solution de cyanure est portée à la température de 60° et additionnée d'un excès d'acide nitrique pour précipiter le bromure d'argent : cette opération doit être faite en plein air à cause des vapeurs qui se dégagent. Le bromure d'argent se précipite; on le recueille sur un filtre, on lave et on calcine pour obtenir le poids du bromure d'argent.

L'émulsion peut être préparée soit par double décomposition entre le nitrate d'argent et un bromure soluble, soit par incorporation du bromure d'argent à une solution de gélatine, soit enfin par un nouveau procédé, récemment breveté, par MM. Lumière et qui consiste à saupoudrer de sel sensible la surface d'un vernis ou enduit poisseux, susceptible de s'insolubiliser ultérieurement, soit spontanément, soit sous l'action de réactifs appropriés. Le sel sensible une fois saupoudré à la surface de l'enduit, on en balaie l'excès, et si l'on veut éviter une action trop brutale des réactifs révélateurs sur le sel sensible, on coule sur l'ensemble une couche d'un agent perméable tel que gélatine, albumine, etc. Pour la fabrication des plaques orthochromatiques, cette couche complémentaire peut servir de sensibilisateur chromatique en y dissolvant le colorant approprié avant étendage sur le sel sensible.

M. L. Backeland[1] a insisté sur les avantages que présente l'emploi du bromure d'argent préparé à l'aide des machines à force centrifuge : ces appareils fonctionnent comme les écrémeuses centrifuges destinées à séparer la crème d'avec le lait ; les particules de bromure d'argent, à cause de leur densité considérable, sont ainsi séparées de la solution de gélatine. Le bromure d'argent, purifié par lavages et réincorporé dans la gélatine, permet d'obtenir une fabrication très régulière. La gélatine étant employée fraîche, l'étendage et la conservation de l'émulsion sont faciles à obtenir.

MM. Lumière ont réalisé de grands progrès dans la fabrication des plaques photographiques. La nouvelle émulsion qu'ils utilisent est environ trois fois plus sensible que les émulsions les plus rapides actuellement connues; elle n'a pas les inconvénients que présentent souvent les préparations similaires, tendance à fournir des images voilées et grosseur du grain d'ar-

1. *Congrès de chimie appliquée de Berlin*, 1903.

gent réduit. Les nouvelles plaques Σ possèdent une sensibilité trois fois plus grande que celle des plaques étiquette bleue et leur résistance au voile est tout à fait remarquable. Le grain de la plaque Σ est sensiblement plus fin et plus régulier que celui de la plaque bleue ; le grain est assez ténu pour permettre d'enregistrer des détails de un quarantième de millimètre [1].

Sous le nom de plaque *Radiobrom*, la maison Guilleminot a préparé une plaque à sensibilité exaltée et qui donne des images très fines. Ces plaques à grain fin supportent de très fortes surexpositions sans que l'on ait à redouter la solarisation de l'image. Tandis que la plaque ordinaire montre un commencement de solarisation lorsqu'elle a reçu environ 7,000 fois la quantité de lumière nécessaire pour la bonne formation de l'image, cette solarisation devenant très marquée à 10,000 fois et étant complète à 25,000 fois, le même phénomène ne commence à se manifester sur la plaque à grain fin qu'à partir de 15,000 fois la pose normale ; il est encore très peu sensible à 25,000 fois et ne devient complet qu'à 150,000 fois, la gradation des diverses tonalités étant d'ailleurs toujours plus parfaite sur ces dernières ; enfin, elles s'orthochromatisent de façon bien plus complète que les émulsions à gros grain, avec atténuation relative du bleu beaucoup plus accentuée.

La Société industrielle de photographie, dont les papiers à développement sont justement réputés, a entrepris la fabrication des plaques photographiques et livre plusieurs sortes de plaques d'une bonne rapidité et qui donnent des images très pures.

MM. Guilleminot et Cie utilisent pour l'emballage des plaques destinées aux pays chauds une nouvelle boîte à tiroir et à ouverture automatique. L'emballage consiste en un premier étui ouvert sur un petit côté de la tranche dans lequel on place les plaques, revêtues d'abord de l'emballage ordinaire, puis enveloppées dans un papier, de manière à ne former qu'un seul paquet. Ce premier paquet se glisse, l'ouverture en avant, dans un second étui en carton plus fort qui constitue l'enveloppe extérieure recevant l'étiquette. L'ouverture automatique est réalisée par une double ficelle cachée sous l'étiquette de fermeture qu'elle coupe lorsqu'on la tire vivement à soi ; en continuant la traction, on amène facilement l'étui intérieur contenant les plaques [2].

M. Joux [3] a adopté un mode d'emballage et de fermeture spéciaux. Les plaques ne sont pas séparées par de petits papiers plissés ; elles sont coupées deux à deux, du côté verre seulement, et rabattues l'une sur l'autre, la gélatine formant charnière : de cette façon, elles ne peuvent se déplacer et aucun frottement n'a lieu. Au moment de la mise en châssis, il est très facile de les séparer en forçant sur la charnière. Pour faciliter l'ouverture des boîtes, on a disposé autour du joint de la boîte, avec son couvercle, un ruban dont il suffit de tirer l'extrémité pour obtenir la séparation. On peut n'arracher le ruban que sur les trois côtés, et le quatrième restant en place forme charnière.

1854. Plaques anti-halo. — M. Oakley a pris un brevet pour la préparation des plaques anti-halo (voy. *Supp. B*, p. 252). Avant d'y couler l'émul-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1904, p. 397. — 2. *Ibid.*, 1903, p. 25. — 3. *Photo-Gazette*, 1903, p. 190.

sion, le support verre est enduit d'une couche colorée dont la couleur n'est pas absorbable par l'émulsion : la sensibilité de celle-ci ne se trouve donc pas modifiée. Le support reçoit d'abord une couche de gélatine; après dessiccation, on le plonge pendant deux à cinq minutes dans une dissolution de permanganate de potassium à 7 pour 1,000 : il se forme un composé de teinte brunâtre qui ne peut s'enlever par un lavage; on lave le support, on le laisse sécher, puis on l'émulsionne. La coloration brune de la couche disparaît par l'action des sulfites ou par celle des bisulfites; par conséquent, elle s'opère spontanément par l'emploi de révélateurs dans la composition desquels entre un sulfite. On ajoute un bisulfite au bain de fixage, et si la décoloration ne s'effectue pas complètement, on immerge les négatifs dans un bain de 1,000 c. c. d'eau, 100 grammes de sulfite de soude anhydre et 30 grammes d'acide citrique.

Les phénomènes de halo tiennent souvent à la présence de poussières sur l'objectif. Avec un bon objectif muni d'un parasoleil suffisant et entretenu en bon état de propreté, avec, d'autre part, des surfaces sensibles protégées contre le halo par réflexion, on est très efficacement et très certainement garanti contre cet estompage de lignes d'un effet si désagréable dans certains cas.

Les effets de diffusion lumineuse qui se produisent dans l'atmosphère même, sur les poussières qui s'y trouvent en suspension, ne doivent pas être confondues avec le halo, car notre œil observe nettement ce phénomène que la plaque photographique doit forcément enregistrer si l'on opère correctement. Ces traînées de lumière, qui donnent dans certaines photographies d'intérieur ou de sous-bois de si beaux effets, constituent ce que l'on pourrait appeler le *halo inévitable*, souvent très difficile à rendre sans empâtement des ombres.

Les plaques anti-halo du commerce portant une couche colorée retiennent quelquefois très énergiquement leur matière colorante. On peut les décolorer en les plongeant dans un bain formé de 100 grammes de bisulfite de soude liquide du commerce et 300 c. c. d'eau; ce bain est placé dans une cuvette de verre ou de porcelaine contenant une feuille de zinc d'un format un peu plus petit que celui du négatif à décolorer; on martelle cette feuille de façon à la rendre très légèrement concave, afin que le liquide puisse l'attaquer sur la plus grande surface possible; par dessus, on place le négatif qu'il n'est pas nécessaire de mouiller avant immersion dans ce bain; quand la décoloration de la plaque est complète, on la lave à fond. Au lieu de bisulfite de sodium, on peut employer une solution de sulfite anhydre de sodium à la dose de 200 grammes pour un litre d'eau; au moment de l'emploi, on l'additionne par litre de 100 c. c. de dissolution aqueuse saturée d'acide tartrique[1].

On peut préparer un enduit anti-halo en faisant bouillir 120 grammes de gomme laque blanche réduite en poudre dans une solution de 20 grammes de borax pour un litre d'eau. On opère dans un ballon muni d'un réfrigérant à reflux; après dissolution, on ajoute 2 grammes de carbonate de soude, 2 grammes de glycérine et l'on filtre. A cette dissolution filtrée, qui

1. *Photo-Gazette*, 1903, p. 7.

constitue un bon vernis pour négatifs, M. Balagny[1] ajoute son volume d'eau : le liquide ainsi préparé sert à réduire en pâte un mélange fait par parties égales de dextrine et de terre de Sienne brûlée. Quand le produit ainsi malaxé est de consistance convenable, on l'étend sur le côté verre des plaques; on se sert d'un pinceau queue de morue et on ne se préoccupe pas des raies qui peuvent se produire pendant l'opération. Le séchage se fait assez rapidement et n'exige pas plus de quarante-cinq minutes. Avant le développement, on enlève cet anti-halo avec une éponge imbibée d'eau.

On peut activer le séchage des plaques recouvertes de mixtion anti-halo en utilisant une pâte consistante que l'on étend à l'aide d'un blaireau trempé dans l'alcool, étendu de deux tiers de son volume d'eau. Pour que la préparation ait une bonne consistance, il faut que le blaireau colle bien à la plaque et qu'il *tire* au moment de l'étendage.

M. Garbe[2] prépare un anti-halo en dissolvant 2 décigrammes de thymol dans 30 c. c. d'alcool; avec cette solution, il triture 12 grammes de noir de fumée. D'autre part, il fait dissoudre 6 grammes de sel ammoniac dans 70 c. c. d'eau et ajoute 100 grammes de dextrine. Quand la dissolution est complète, il mélange au liquide sirupeux obtenu le noir de fumée trituré avec l'alcool. Cet enduit se conserve bien et ne s'écaille pas au dos des plaques.

Le noir de fumée mélangé à la dissolution de caoutchouc, telle qu'on la trouve dans le commerce pour la réparation des pneumatiques, constitue un mélange utilisable pour la préparation d'un anti-halo. On obtient la mixtion en additionnant ce produit d'une dissolution de 10 grammes de bitume de Judée dans 100 c. c. de benzine. La couche sèche très rapidement, et avant le développement on enlève la pellicule formée en la soulevant par un coin ou la roulant entre les doigts.

On trouve dans le commerce un enduit rougeâtre qu'on étend au dos de la plaque et qui y adhère très bien à l'état sec; dès que la plaque est plongée dans le révélateur, la pellicule s'enlève instantanément, ce qui rend les manipulations plus aisées et plus rapides.

Les feuilles anti-halo peuvent être préparées facilement, d'après le moyen indiqué par M. Schweizer[3]. On expose à la lumière du jour une feuille de papier à image apparente pendant le temps nécessaire pour lui donner une teinte foncée uniforme, et on la coupe en morceaux de la grandeur des plaques; on fait tremper ces morceaux pendant quelques instants dans l'eau, on les éponge sommairement et on promène à leur surface, côté gélatine, un pinceau imbibé de glycérine ordinaire. Ces opérations se font à la lumière du jour. On passe dans le laboratoire et on applique ces feuilles au dos des plaques; on fait adhérer la feuille au côté verre en frottant avec la paume de la main. Après avoir essuyé le papier avec un linge, on peut immédiatement mettre dans le châssis la plaque ainsi préparée. Au moment de développer, on retire la feuille qui se sépare facilement d'avec le verre si la préparation ne remonte pas à plus de quatre à cinq jours. La feuille ainsi préparée détériore assez rapidement les ressorts des châssis; on doit

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1904, p. 425. — 2. *Photo-Gazette*, 1903, p. 172. — 3. *La Photographie*, 1904, p. 48.

donc prendre la précaution de recouvrir de vernis au caoutchouc l'envers de la feuille de papier insolé; on rend ainsi imperméable l'envers du papier.

1855. Plaques orthochromatiques. — Les plaques orthochromatiques de bonne qualité ont une sensibilité parfaitement comparable à celle des plaques ordinaires rapides. Comme cette sensibilité est mieux répartie aux diverses radiations du spectre, on obtient avec les plaques orthochromatiques des résultats supérieurs à ceux que donnent des plaques ordinaires de même sensibilité : on obtient plus de détails dans les parties sous-exposées, notamment dans les verdures; c'est ce qui résulte aussi des essais sensitométriques faits au sensitomètre Scheiner par M. A. Callier[1].

L'utilisation des plaques orthochromatiques a pour but de rendre aussi bien que possible la valeur lumineuse de toutes les couleurs. Par valeur lumineuse il faut entendre l'intensité de la lumière jugée par l'œil, indépendamment de l'idée de couleur.

Il est à remarquer que par l'emploi des plaques orthochromatiques il n'est pas toujours possible de rendre l'effet produit par deux couleurs, quoique tranchant fortement l'une sur l'autre, mais ayant même intensité lumineuse. M. d'Arcy en cite un exemple[2] : soit une croix jaune sur un fond pourpre, les deux teintes étant de même valeur lumineuse. La plaque orthochromatique employée sans écran donnera sensiblement le même ton gris, tandis qu'un graveur reproduira le fond pourpre en teinte sombre et la croix jaune en un ton plus clair. Ce qui frappe l'œil, ce sont les oppositions, que celles-ci soient dues à des jeux de couleur ou à des effets d'ombre ou de lumière. S'il faut reproduire en noir et blanc, il est juste de tenir compte des unes et des autres. Il y a donc lieu de renoncer à l'emploi de certaines plaques orthochromatiques employées sans écran chaque fois que les contrastes présentés par le sujet dépendent plus de ses couleurs que de son éclairement.

L'emploi des plaques orthochromatiques est fortement recommandé pour l'obtention des portraits. Le Dr Miethe fait observer que les négatifs obtenus sur ces plaques ne nécessitent que peu de retouches, ce qui est avantageux pour l'effet artistique des portraits[3]; en effet, la couleur des cheveux est mieux rendue, les yeux bleus ne donnent pas une tache blanche sur l'épreuve, les yeux bruns viennent plus clairs que par l'emploi des plaques ordinaires, etc.

La sensibilisation aux couleurs peut être faite soit par addition de la matière colorante à l'émulsion, soit en plongeant la plaque colorée dans un bain de matière colorante; c'est ce dernier procédé par teinture qui est le plus à la portée de l'amateur.

Un assez grand nombre de matières colorantes ont été employées dans ces dernières années : elles proviennent soit de la fabrique de Bayer (By), soit de la maison Meister Lucius et Bruning (M L B) ; elles peuvent servir à sensibiliser soit les plaques au gélatino-bromure d'argent, soit l'émulsion au collodion; elles jouissent des propriétés suivantes :

1. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1904. — 2. *Camera Crafts*, janvier 1905. — 3. *Das Atelier des Photographen*, janvier 1905.

Le vert acide solide B (By) donne aux longues poses une sensibilisation assez accentuée dans le jaune et dans le jaune verdâtre.

Les amidonaphtol 2B ou 6B (M L B), en solution à 1.50000, donnent de la sensibilité de C en E.

Le violet d'alizarine R (By) sensibilise pour le rouge, de la raie B aux environs de D; le maximum est à la raie C.

Le violet brillant rhoduline R (By) sensibilise de D en A avec deux maximum, l'un entre B et E, l'autre entre C et D.

Les grenats de dianiline B et G (M L B) donnent, avec de longues poses, un noircissement uniforme de F en B.

Le noir Pluton P G (By) donne une bonne sensibilisation dans le rouge.

Le bleu neutre 2R (M L B) donne une petite zone de sensibilité entre C et D; avec le bleu neutre R, la zone de sensibilité va de C à D.

L'alizarine astrol B (By) sensibilise de B à C.

Le bleu pur de rhoduline BB (By) sensibilise de B à C; par addition de nitrate d'argent au bain sensibilisateur, l'activité de ce colorant est fortement accrue; son action est faible sur l'émulsion au collodion[1].

Un assez grand nombre d'autres matières colorantes ont été étudiées par le Dr Valenta. Malgré l'intensité de coloration, l'influence est faible ou nulle et la loi qui relie la constitution chimique de la substance à son pouvoir orthochromatisant (loi qui existe probablement) n'a pu être mise en évidence[2].

Le baron von Hübl[3] a étudié les colorants du groupe des cyanines et a constaté que l'effet sensibilisateur de ces substances correspond à leur spectre d'absorption à l'état sec. Les nouvelles cyanines préparées par la Société pour la fabrication de l'aniline (Agfa), d'après le brevet du 14 septembre 1904, communiquent une sensibilité au rouge et à l'orange plus grande que celles fournies par les cyanines connues jusqu'à ce jour.

L'*orthochrome T* du Dr Koenig est un colorant d'un violet rougeâtre, très analogue au rouge d'éthyle; il a cependant sur ce dernier deux avantages : son prix est moindre et il confère aux plaques une sensibilité qui s'étend plus loin vers le rouge; le *pinachrome* appartient comme l'orthochrome à la famille des isocyanines.

L'*homocol* de Bayer appartient aussi à la famille de la cyanine; il est constitué par de fines aiguilles d'aspect métallique qui, réduites en poudre, apparaissent bleu rougeâtre avec reflet bronzé. L'homocol est très soluble dans l'eau ou l'alcool chauds; l'action d'un acide décolore les dissolutions qui se conservent bien à l'abri de l'air et de la lumière. L'homocol paraît être parmi les nouvelles isocyanines la matière permettant d'obtenir les images les plus pures. Il convient d'opérer avec des plaques ne donnant pas trace de voile et de rendre le séchage aussi rapide et aussi uniforme que possible. On peut définir la sensibilité chromatique d'une plaque par le rapport des deux sensibilités au bleu et au jaune. Ce rapport est d'autant plus élevé que la plaque est moins sensible aux radiations peu réfrangibles; il est de 12 à 20 avec la plupart des plaques à l'érythrosine, de 5 à 10 avec les meilleures plaques panchromatiques du commerce, de 2 à 5 avec les pla-

1. *Le Procédé*, 1905, p. 165. — 2. *Phot. Correspondenz*, 1905. — 3. *Le Procédé*, 1905, p. 163.

ques à sensibilité atténuée pour le bleu (par un écran au picrate d'ammoniaque coulé avec l'émulsion). Il descend à 1 : 1 ou à 1 : 4, suivant le cas, avec l'homocol et garde la même valeur pour une plaque sensibilisée au pinachrome. tandis que pour le pinaverdol il est de 2 à 4. Il y a lieu de remarquer que ces chiffres varient dans des proportions assez considérables suivant la perfection du rinçage après sensibilisation. La matière colorante forme, en effet, écran coloré à la surface de la plaque et tend à contre-balancer les effets du bain de teinture sur l'émulsion.

Le *pinacyanol* et la *dicyanine* sont deux nouveaux colorants dus aux recherches du Dr Kœnig. Ces matières permettent de reculer vers le rouge les limites jusqu'ici imposées à la sensibilité des émulsions au gélatino-bromure ou au collodio-bromure. On les emploie à l'état de solutions très diluées, préparées à l'aide de solutions de réserve contenant 1 gramme de colorant pour un litre d'alcool à 30° C.; l'alcool doit être employé légèrement chaud. Il faut ajouter très peu d'ammoniaque au bain colorant que l'on prépare avec 200 c. c. d'eau distillée, 1 c. c. de solution de pinacyanol au 1000e et 12 c. c. de solution décinormale d'ammoniaque (contenant 1 gr. 7 de gaz ammoniac NH^3 par litre). La plaque est immergée pendant trois minutes dans le sensibilisateur que l'on rejette aussitôt. On utilise la plaque sans rinçage et le bain révélateur contiendra 2 gr. à 2 gr. 5 de bromure de potassium par litre. Les plaques ainsi préparées sont peu sensibles au vert bleuâtre ; ce produit n'est pas un sensibilisateur panchromatique, et en sélection trichrome il sera exclusivement réservé à la préparation des plaques pour l'exécution du négatif des bleus sous écran orangé.

Pendant la sensibilisation et la manipulation des plaques orthochromatiques, on emploie une lumière aussi faible que possible ; la combinaison d'un écran à la tartrazine et d'un écran au violet de méthyle constitue un excellent mode d'éclairage.

MM. Guilleminot[1] utilisent une *rhodamine* spéciale, dérivée du diméthyl-β-amidonaphtol, dans laquelle ils ont remplacé l'acide phtalique par un autre acide.

MM. Miethe et Traube utilisent le quinoldine-éthylcyanide. Ce produit, appelé *rouge d'éthyle*, rend les émulsions au gélatino-bromure d'argent fortement sensibles à l'orangé en passant par le jaune et le vert. L'adjonction de 16 milligrammes de rouge d'éthyle à un litre d'émulsion ou un bain au 50/1000e dans lequel on trempe les plaques sèches suffit pour produire l'orthochromatisme. Eder a constaté[2] que le rouge d'éthyle fournit un excellent adjuvant aux autres sensibilisateurs déjà connus, notamment pour l'obtention de plaques panchromatiques.

Presque toutes les bonnes plaques du commerce donnant des images exemptes de voile peuvent être utilisées pour la préparation des plaques au trempé. La solution de réserve de matière colorante se prépare en dissolvant 1 gramme de substance dans un litre de liquide. Le bain de teinture se prépare en mélangeant, au moment de l'emploi, 2 c. c. de solution de réserve, 1 c. c. d'ammoniaque et 100 c. c. d'eau distillée. La plaque est immergée dans ce bain pendant deux ou trois minutes. On utilise 2 c. c. de

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 361. — 2. *Phot. Correspondenz*, mars 1903.

solution de réserve pour une plaque 13 × 18 et l'on rejette le bain qui a servi.

Pendant toute la durée de l'immersion dans le bain de teinture, on doit passer en tout sens, à la surface de la plaque, un blaireau doux ou un tampon d'ouate pour chasser les bulles d'air et assurer la propreté de la plaque. Lorsque le bain de teinture a suffisamment agi, on lave la plaque pour éliminer l'excès de colorant retenu par la gélatine. Ce rinçage se fait sous un robinet pendant deux minutes ; à défaut d'eau courante, on lave dans une cuvette dont on renouvelle l'eau à cinq ou six reprises. Il est indispensable, pendant ce rinçage, de frotter régulièrement la couche sensible avec un tampon d'ouate pure, bien imbibée d'eau ; après le rinçage, avec ce même tampon de coton exprimé entre les doigts, on essore la couche de gélatine de façon à enlever de sa surface tout excès de liquide. Cet essuyage rend le séchage plus régulier et plus rapide ; il empêche aussi le ruissellement du liquide en mince filet à la surface de la couche et les marques qui en résultent sur le négatif, surtout si la plaque est employée à l'état humide.

Le séchage doit être complet en moins de six heures, sous peine de provoquer les formations de voile au développement. On évite souvent la production de ce voile en procédant à un nouveau rinçage sous le robinet avant le développement, tout en frottant la surface à l'aide d'un tampon d'ouate hydrophyle.

Le séchage des plaques de moyen format doit être fait dans des séchoirs à courant d'air filtré ; pour les plaques de petit format jusqu'au 18 × 24 on peut les disposer sur un égouttoir qu'on enferme dans une caisse étanche à la lumière, mais dans laquelle sont ménagées des ouvertures en chicanes et une cheminée d'aération, le courant d'air étant déterminé par une flamme dans la cheminée. Pour un emploi restreint, on peut sécher les plaques à l'alcool. La durée d'immersion dans le bain de teinture doit alors être prolongée pendant un temps double de celui qui serait nécessaire. On rince la plaque, on l'essore et on l'abandonne, pendant le temps que dure la préparation de la plaque suivante, dans un bain d'alcool pur à 90° ; on fait alors sécher à l'air libre, à l'abri de la lumière, soit dans un placard, soit dans une caisse.

Lorsque les plaques sont complètement sèches on les conserve en les réemballant dans les papiers et boîtes du paquetage d'origine.

Les fabricants livrent, en général, de très bonnes plaques orthochromatiques ; la maison Lumière les prépare depuis longtemps. La Société Guilleminot utilise comme matière colorante une rhodamine spéciale qui rend l'émulsion à peu près panchromatique. Presque tous les bons fabricants préparent d'excellentes plaques sensibles aux couleurs. La Société Lumière a breveté un procédé qui consiste à traiter le sel d'argent sensible par la matière colorante *avant* de produire l'émulsion (à la gélatine ou au collodion). L'effet du colorant est plus considérable, car le colorant employé n'agit que sur le sel d'argent. Par exemple, sur un précipité très fin de bromure d'argent produit par l'action de l'acide bromhydrique sur le nitrate d'argent, on fait agir, après lavages, une solution d'érythrosine au 10/1000e. On lave le composé rouge obtenu jusqu'à ce que les eaux de lavage soient incolores ; on incorpore alors à une solution de gélatine à 4 % ; on

maintient quelques heures à 40° sans cesser d'agiter et on peut alors couler l'émulsion. On peut aussi préparer le bromure d'argent à l'aide d'une émulsion au gélatino-bromure : on le sépare par la machine centrifuge ; on lave à l'eau tiède et l'on en fait trois parts que l'on sensibilise l'une par le violet d'éthyle au millième, la seconde par l'érythrosine au 100/1000e et la troisième avec une solution aqueuse saturée d'un sel d'argent de la fluorescéine ; on lave séparément et on incorpore à la gélatine les trois portions de sel d'argent : on peut alors couler l'émulsion sur plaque.

M. J.-H. Smith prépare des plaques orthochromatiques à plusieurs couches superposées, séparées par des couches de collodion pouvant être colorées et servant de filtre pour les couches d'émulsion sous-jacentes. Les pellicules sont séparées avant le développement de façon qu'un révélateur approprié puisse être donné à chacune d'elles ; d'après Abney, on obtient ainsi un orthochromatisme parfait.

MM. Alinari et Castellani[1] ont montré que la sensibilité au jaune et au vert est encore accrue en plongeant dans un bain de picrate d'ammoniaque une plaque sensibilisée dans un bain d'érythrosine. Cette seconde immersion se fait dans une solution de 25 grammes de dextrine, 6 grammes de picrate d'ammoniaque et un litre d'eau distillée ; on fait sécher dans l'obscurité. L'érythrosine chimiquement pure donne de bonnes plaques sensibles au jaune et au vert. On plonge la plaque dans un bain préliminaire de 10 c. c. d'ammoniaque pour un litre d'eau distillée, puis on l'immerge dans un bain sensibilisateur contenant pour un litre d'eau distillée 20 c. c. d'ammoniaque et 60 c. c. de solution aqueuse d'érythrosine à 2 p. 1000.

1856. Plaques panchromatiques. — On peut préparer des plaques panchromatiques par immersion au trempé ; on utilise soit le pinachrome, l'homocol ou surtout l'orthochrome et l'éthylcyanine T. Cette dernière sensibilise surtout pour le jaune et le rouge. Ces substances sont dissoutes à la dose de 1 gramme par litre pour constituer la solution de réserve ; on prépare le bain colorant dans lequel on immerge la plaque en mélangeant 2 c. c. de solution de réserve, 1 c. c. d'ammoniaque et 100 c. c. d'eau distillée ; on opère comme pour la préparation des plaques orthochromatiques, en frottant la plaque dans le bain et essorant la couche de gélatine au sortir du bain ; le séchage doit être terminé en moins de six heures[2]. On utilise les séchoirs à air filtré. Le séchoir à ventilateur électrique de Calmels est particulièrement avantageux pour cette opération. On arrive, à l'aide de cet appareil, à sécher en moins d'une heure les plaques de moyen format. On évite le voile qui se produit quelquefois avant le développement en rinçant la plaque sous un robinet d'eau tout en frottant sa surface avec un tampon de coton hydrophyle.

Le Dr Valenta a recommandé pour la préparation des plaques orthochromatiques le *titan Scarlet S* de la maison Holliday. Ce produit se dissout facilement dans l'eau en fournissant une solution rouge ponceau qui, concentrée, absorbe tous les rayons à partir de la région moyenne comprise entre la raie C et la raie D jusqu'à l'ultra-violet. Cette propriété rend cette

1. *Bulletin de la Société photographique italienne*, 1904. — 2. *Le Procédé*, 1906, p. 113.

ubstance particulièrement précieuse pour composer l'un des écrans analyseurs de la photographie trichrome. Comme sensibilisateur, on utilise un bain au 40/1000e avec 2 % d'ammoniaque; avec une durée d'exposition suffisante, les plaques ainsi traitées accusent une sensibilité régulière s'étendant de B à H. Une addition de deux à trois gouttes de nitrate d'argent au 40e augmente la sensibilité des plaques pour cette même région.

M. Monpillard[1] a recommandé l'immersion successive des plaques dans les divers colorants qui communiquent la sensibilité aux couleurs; on peut combiner ainsi les effets d'un très grand nombre de matières colorantes qui ne peuvent être employées simultanément dans le même bain. On utilisera un bain contenant 90 c. c. d'eau, 2 c. c. d'ammoniaque et 10 c. c. d'une solution au millième de tétraiodofluorescéine; après lavage d'une minute, on plonge la plaque pendant deux minutes dans un autre bain renfermant 100 c. c. d'eau et 4 c. c. de solution au 500e d'acridine rouge; on lave de nouveau et on sèche. Les plaques ainsi trempées ont une sensibilité très grande et parfaitement uniforme depuis le jaune orangé jusqu'à l'ultraviolet. On peut aussi plonger dans le bain d'acridine une plaque dont l'émulsion aura été teinte à la rhodamine avant l'étendage.

1857. Plaques auto-développatrices. — On désigne ainsi les plaques renfermant en elles-mêmes les éléments essentiels du révélateur. Il y a fort longtemps que l'on a essayé la préparation de plaques de cette nature[2]; tout d'abord, on avait placé les substances révélatrices au dos de la plaque, puis l'on a ajouté de l'acide pyrogallique, de l'hydroquinone et du bisulfite de sodium à l'émulsion. Le Dr Reiss[3] opère par trempage de la plaque dans une solution contenant 100 c. c. d'eau distillée, 1 gr. d'hydroquinone et 10 c. c. de sulfite d'acétone de Bayer; l'immersion est prolongée pendant deux minutes et le séchage se fait dans l'obscurité. La sensibilité de la plaque est diminuée de moitié, mais l'image est très fine, ce qui est précieux pour les reproductions. Le développement se fait dans une solution de carbonate de potassium dissous dans l'eau à la dose de 3 à 4 %. En réduisant la quantité d'acétone sulfité, on obtient une plaque plus sensible, mais ne donnant pas d'images aussi fines que celles obtenues par l'emploi du premier procédé. M. Bayer a fait breveter un procédé qui consiste à plonger la plaque dans un bain contenant 100 c. c. d'eau, 10 gr. d'édinol et 100 gr. d'acétone sulfité; après séchage dans l'obscurité et exposition à la chambre noire[4], les plaques sont révélées dans une solution de carbonate de potassium à 25 %. Plus tard, la Société Bayer a repris une idée mise en pratique autrefois et qui consiste à appliquer au dos du support de la plaque une couche soluble renfermant les produits nécessaires au développement. On dissout 0gr1 de gélatine, 2 gr. d'amidol et 12 gr. de sulfite de soude dans 15 c. c. d'eau, puis on ajoute 0gr2 d'éosine; cette substance joue le rôle d'anti-halo : l'immersion de la plaque ainsi enduite dans l'eau pure suffit pour produire le développement.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1893, p. 243. — 2. Voyez *Aide-mémoire de photographie pour 1883*, p. 60. — 3. *Revue suisse de photographie*, 1902. — 4. Brevet français n° 34002, 20 mai 1901.

§ 2. — Révélateurs.

1858. Propriétés des révélateurs. — MM. Lumière et Seyewetz ont montré que les alcalis ou leurs succédanés jouent dans le développement un rôle beaucoup plus complexe que celui qu'on leur attribue d'habitude. On ne saurait admettre, en effet, qu'un corps dont le but est uniquement de saturer la faible quantité d'acide bromhydrique qui prend naissance par suite de réduction de bromure d'argent ne puisse être remplacé équimoléculairement par divers saturateurs d'acide bromhydrique. De même, on ne conçoit pas que les révélateurs exigent pour produire le même effet réducteur des quantités extrêmement variables des divers alcalis et de leurs succédanés. Ces différences s'appliquent même à deux isomères comme l'hydroquinone et la pyrocatéchine, ce que les hypothèses les plus récentes n'expliquent pas mieux [1].

M. le commandant Houdaille [2] a étudié l'influence de la température et du temps de pose sur la nature de l'image ; il a vérifié les conclusions d'Eder et constaté que le révélateur qui paraît le plus sensible à l'action de la température est celui qui contient de l'hydroquinone. A 0°, cette substance n'agit presque pas, tandis que si la température dépasse 25°, il est fort difficile d'éviter la production d'images voilées. L'acide pyrogallique, la pyrocatéchine sont moins sensibles à l'influence de la température que les autres révélateurs.

Le pouvoir réducteur d'un révélateur affecte surtout la densité de l'image développée. L'énergie du développateur influe principalement sur la rapidité du développement. L'énergie d'un révélateur alcalin dépend essentiellement de la quantité d'alcali dissous. Si l'on augmente progressivement la proportion d'alcali dans le révélateur, on constate au début un accroissement très net dans la rapidité du développement ; cette rapidité acquiert bientôt une valeur maxima qu'elle ne peut dépasser. En diluant un révélateur alcalin, la durée du développement s'allonge et se trouve réglée dans chaque cas par l'alcalinité de la dissolution.

L'addition de substances telles que le bromure de potassium, la glycérine, les glucoses, combinées avec les variations de température, constitue un excellent moyen de faire varier la durée du développement sans modifier la nature du bain révélateur.

La grosseur du grain d'argent réduit qui constitue l'image a une grande importance. MM. Lumière frères et Seyewetz ont constaté que pour obtenir des images à grain fin en utilisant les divers révélateurs du commerce, il paraît indispensable de réaliser deux conditions : 1° développer lentement, soit en ajoutant dans le révélateur des substances retardant la venue de l'image, soit en diluant convenablement la dissolution ; 2° introduire dans le révélateur un dissolvant du bromure d'argent. On prépare ce dissolvant par l'emploi du chlorure d'ammonium dissous à la dose de 15 à 20 grammes par 100 c. c. de révélateur. On ne doit pas l'employer en trop grande

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, décembre 1905. — 2. *Ibid.*, 1903, p. 256.

quantité afin de ne pas dissoudre le bromure d'argent avant que l'image soit développée. Abney avait d'ailleurs constaté que le grain d'une plaque surexposée est plus fin que celui d'un négatif exposé normalement.

MM. Lumière frères et Seyewetz sont arrivés à des conclusions assez importantes au point de vue pratique :

1° La grosseur du grain d'argent réduit par les révélateurs à composition normale utilisés dans la pratique est sensiblement constante ;

2° La température des révélateurs, leur concentration, la durée de leur action ne paraissent pas avoir d'influence sur la grosseur du grain de l'argent réduit ;

3° L'excés d'alcali ou de bromure alcalin semble provoquer un accroissement très faible de la grosseur du grain ;

4° La surexposition paraît être un des facteurs de la diminution de grosseur du grain d'argent réduit sous l'influence du révélateur;

5° Deux substances révélatrices non utilisées dans la pratique, la paraphénylène diamine et l'ortoamidophénol, employés en présence de sulfite de soude seul, donnent de l'argent réduit d'une couleur comparable à celle obtenue dans les émulsions au collodion et dont le grain est beaucoup plus fin que celui fourni par les autres substances révélatrices ;

6° La couleur de l'argent réduit semble être en relation avec la grosseur du grain, le grain le plus fin correspondant à une couleur gris violacé analogue à celle que présente l'argent réduit dans les émulsions au collodion.

On peut obtenir avec un même révélateur des différences très grandes dans les gradations du négatif. Un révélateur dilué procure facilement un négatif doux d'un sujet heurté. Si le bain est bromuré et contient peu d'alcali, il donne des contrastes plus marqués que si l'on employait un révélateur normal ; c'est donc le bain que l'on doit employer pour les sujets qui manquent de contrastes ou qui sont surexposés.

Un révélateur chargé en alcali donnera des ombres plus détaillées et plus vigoureuses pour la même densité des grandes lumières. L'augmentation de l'alcali et la dilution simultanée du bain produiront des ombres beaucoup mieux détaillées et mieux venues, et des grandes lumières plus légères que si l'on avait utilisé un bain concentré. Une plaque placée dans un bain faible supportera sans voile une plus grande quantité d'alcali que si elle était placée dans un bain concentré.

MM. Lumière frères et Seyewetz ont étudié la constitution des substances réductrices susceptibles de développer l'image latente sans addition d'alcali. En présence du sulfite alcalin, il faut que la substance renferme une seule fonction développatrice dont un des groupes soit un amidogène ; celui-ci peut être substitué ou non, pourvu que la substitution ne détruise pas le caractère basique de l'amidogène ; il faut, en outre, que la substance soit suffisamment soluble dans le sulfite alcalin. Si la substance ne renferme qu'une fois la fonction développatrice ou bien si elle renferme deux fois cette fonction, mais sans groupe amidogène, la propriété de révéler sans alcali est trop faible pour être utilisée pratiquement.

Le pouvoir réducteur se trouve considérablement renforcé dans le cas où il y a deux fois la fonction développatrice, si celle-ci renferme deux groupes amidogènes ; le révélateur peut alors être utilisé pratiquement sans alcali.

Le pouvoir réducteur se trouve également augmenté, quoique plus faiblement que dans le cas précédent, si la ou les fonctions basiques du révélateur sont salifiées par les oxhydriles d'un composé phénolique possédant lui-même des propriétés développatrices; le révélateur est alors utilisable pratiquement sans addition d'alcali.

La salification des fonctions basiques d'un révélateur par les oxhydriles d'un composé phénolique ne possédant pas de propriétés développatrices, ou bien la salification des oxhydriles d'un révélateur à fonction phénolique par une amine aromatique ne renfermant pas de fonction révélatrice ne fournissent dans aucun cas des composés pouvant développer pratiquement sans addition d'alcali.

Les divers corps employés comme révélateurs ont des coefficients de solubilité dans l'eau extrêmement différents. M. Ch. Gravier[1] a déterminé la solubilité de ces corps : 1° dans l'eau à 15° C; 2° dans l'eau à 45° C; 3° dans une solution de sulfite de soude cristallisé à 10 % d'eau et à la température de 15° C. Il a obtenu les chiffres suivants :

	DANS 100 c. c. DE DISSOLVANT.		
	Eau.		
Température :	15° c.	45° c.	Sulfite à 10 pour cent.
Adurol	100 gr.	plus de 100 gr.	65 gr.
Amidol	30	33 gr.	28
Glycine	0	0,2	traces.
Hydroquinone	6	14	4
Iconogène	7,8	17	4
Ortol	7,4	21	0,8
Métol	5	9	2
Pyrogallol	59	plus de 100 gr.	59
Chlorhydrate de paramidophénol.	30	52	0,75

Certains réactifs permettent d'identifier rapidement les divers révélateurs. Le Dr Grœs a indiqué les réactions suivantes :

L'acide pyrogallique prend une teinte rouge sombre en présence de l'acide nitrique, bleu tournant au brun sous l'action du chlorure ferrique; le sulfate ferreux ne produit aucune réaction; le ferricyanure de potassium donne une teinte rouge foncé.

L'hydroquinone donne une coloration rouge foncé tournant au jaune avec l'acide nitrique; avec le chlorure ferrique, une teinte brun sombre s'affaiblissant graduellement; coloration jaune clair avec le sulfate de fer; pas de réaction avec le ferricyanure de potassium.

Le métol donne avec l'acide nitrique une coloration rouge sombre tournant peu à peu au jaune clair; le chlorure de fer, rouge brun; le sulfate de fer ne donne rien; le ferricyanure de potassium, rouge jaunâtre.

Les solutions d'iconogène se colorent en jaune rougeâtre sous l'influence de l'acide nitrique, en brun rougeâtre par le chlorure ferrique, en rouge

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1904, p. 579.

violet par le sulfate de fer (en présence d'un alcali); le ferricyanure de potassium ne donne rien.

La glycine donne une coloration jaune rougeâtre avec l'acide nitrique, rouge brun se changeant en vert, puis en violet avec le chlorure ferrique; rien avec le sulfate de fer; jaune clair avec le ferricyanure de potassium.

La pyrocatéchine donne une coloration jaune rougeâtre avec l'acide nitrique, vert sombre avec le chlorure ferrique; rien avec le ferricyanure de potassium.

Au début de l'emploi du gélatino-bromure, la plaque exposée avant le développement était immergée dans une cuvette contenant de l'eau distillée; pendant ce temps, on passait à la surface de la couche un blaireau fin qui enlevait les poussières et les petites bulles d'air; on ne procédait au développement qu'après un séjour de deux minutes de la plaque dans l'eau.

Le révélateur pouvait alors pénétrer dans toute l'épaisseur de la couche, et l'image ne venait pas seulement en surface, constituant ainsi des négatifs gris, sans intensité, donnant des épreuves très faibles. L'immersion préalable, comme l'a fait observer M. Maes[1], est surtout utile lorsque l'on utilise des révélateurs à action rapide; elle permet d'éviter bien des taches de toute nature.

1859. Emploi du sulfite de soude. — MM. Lumière frères et Seyewetz ont étudié l'action de l'air sur le sulfite de soude[2] et les altérations que peut subir ce composé; leurs conclusions sont les suivantes :

1° Le sulfite de soude cristallisé (à l'état solide) s'altère facilement à l'air, et cela d'autant plus rapidement que la température extérieure est plus élevée et l'atmosphère moins humide;

2° Cette altération n'est pas, dans la majorité des cas, une oxydation, mais une simple déshydratation; en exposant le sulfite cristallisé dans l'air sec pendant un temps suffisant à la température ordinaire, il est possible de le déshydrater complètement sans qu'il se produise (contrairement à ce que l'on a supposé jusqu'ici) une quantité notable de sulfate;

3° Les solutions aqueuses de sulfite cristallisé se comportent à l'air comme les solutions correspondantes de sulfite anhydre; en solution diluée, elles absorbent très rapidement l'oxygène de l'air, tandis qu'en solution concentrée, cette absorption est très lente;

4° Les solutions diluées, préparées avec du sulfite de soude cristallisé en liqueur acide, sont beaucoup moins altérables à l'air que les solutions de même concentration préparées avec du sulfite cristallisé en liqueur neutre ou alcaline. Au point de vue pratique, il y a donc avantage à se servir, pour la préparation des révélateurs, du sulfite anhydre plutôt que du sulfite cristallisé dont la composition n'est pas constante dans l'air sec puisqu'il se déshydrate constamment. Les solutions de sulfite qui doivent être conservées seront préparées à un état de concentration d'autant plus grand que l'on voudra mieux éviter leur altération. L'addition de quelques centigrammes d'hydroquinone ou d'amidol à un litre de dissolution empêche l'oxydation du sulfite de soude.

1. *Journal de photographie pratique*, 1905. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1904, p. 262.

Les sulfites de potasse jouissent de propriétés un peu différentes; il résulte, en effet, des recherches des mêmes auteurs, que :

1° Le métabisulfite de potasse cristallisé ne s'altère pas dans l'air sec ou dans l'air humide, tandis que les solutions de métabisulfite de potasse s'altèrent à l'air;

2° Cette altération est notablement plus faible que celle des solutions correspondantes de sulfite de soude pour les solutions diluées. L'altération est, au contraire, plus grande pour le métabisulfite de potasse que pour le sulfite de soude lorsque la concentration atteint 20 °/₀;

3° L'influence de la concentration des solutions sur leur oxydabilité à l'air est beaucoup moins importante avec le métabisulfite de potasse et le bisulfite de soude qu'avec le sulfite de soude;

4° Le bisulfite de soude est très altérable à l'air, mais ses solutions se comportent à peu près comme celles du métabisulfite de potasse.

MM. Lumière frères et Seyewetz[1] ont montré que l'on peut employer les acétones et les aldéhydes en présence de sulfite de soude pour remplacer les alcalis dans la préparation du bain révélateur. La parafolmaldéhyde, dite encore trioxyméthylène, est soluble dans les solutions aqueuses de sulfite de soude. Cette substance agit d'une façon très énergique, et il en faut cent fois moins que de carbonate de soude pour produire les mêmes effets. Un mélange de trois parties de parafolmaldéhyde et de quatre-vingt-dix-sept de sulfite de soude anhydre est désigné sous le nom de *formosulfite*. Les révélateurs préparés avec cette substance permettent de développer des images très brillantes. Le formosulfite agit d'ailleurs sur la gélatine en insolubilisant cette substance : grâce à l'emploi du formosulfite on n'a à craindre ni l'altération de l'alcali caustique, ni les accidents produits par un excès d'alcali.

Lorsqu'on traite l'acétone par une solution saturée de bisulfite de soude, on obtient une combinaison bisulfitique, se déposant sous forme de paillettes blanches et constituant le produit improprement dénommé *sulfite d'acétone*. C'est un sel à réaction acide qui conserve les solutions de révélateur non alcalinisées beaucoup mieux que le sulfite de soude qui présente souvent une réaction alcaline : il peut toujours remplacer le sulfite de soude et les métabisulfites de soude ou de potasse. Le Dr Eichengrunn[2], et plus tard le Dr Namias[3], l'ont recommandé pour corriger les effets de la surexposition : le sulfite d'acétone, comparé au métabisulfite de potasse, semble, dans certains cas, présenter l'avantage d'une plus grande élasticité; mais pour les fortes surexpositions (cent fois et plus), il semble que l'emploi du métabisulfite de potasse soit un peu plus avantageux, précisément parce qu'il ne libère pas d'acétone pendant le développement; en particulier, l'emploi du métabisulfite de potasse est utile lorsqu'on se sert d'amidol comme révélateur.

Lorsque l'on emploie dans le bain de développement un mélange d'acétone, de sulfite de soude et d'hydroquinone, il est probable qu'il se forme une combinaison bisulfitique d'acétone et une combinaison d'hydroquinone et

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 129. — 2. *Congrès de chimie appliquée*, Berlin, 1903. — 3. *Revue suisse de photographie*, 1904.

de soude. Aucune des expériences que l'on a cru opposer à cette hypothèse de MM. Lumière et Seyewetz n'est venue l'infirmer. En particulier, l'acétone mélangé à l'acide pyrogallique, à l'hydroquinone, à la pyrocatéchine, n'intervient pas dans le développement qui se fait tout aussi mal en l'absence qu'en la présence de cette substance non additionnée de sulfite.

1860. Pratique du développement. — Le développement des images au gélatino-bromure ne doit pas être effectué trop rapidement, sous peine d'obtenir des images heurtées. Il faut, d'ailleurs, éviter le ramollissement de la couche de gélatine, insuccès qui se présente fréquemment dans les pays chauds. On y parvient en ajoutant au bain un volume d'alcool égal au volume de révélateur employé ; cette addition ne nuit en rien aux qualités du développateur et permet d'éviter les bulles d'air qui adhèrent quelquefois très fortement à la couche de gélatine ; on peut aussi par ce moyen révéler l'image à une température relativement élevée.

On désigne sous le nom de développement *lent* l'opération qui consiste à révéler l'image en utilisant un révélateur dont le mode d'action nécessite souvent plusieurs heures pour obtenir un négatif complet. Le plus souvent, on emploie pour le développement lent un révélateur fortement dilué : c'est le procédé qui était employé il y a plus de cinquante ans pour révéler les images sur albumine, procédé qui a été successivement appliqué aux images obtenues par l'emploi du collodion sec[1], par l'emploi du collodio-bromure, et pour la première fois, croyons-nous, par le peintre Lugardon, de Genève, vers 1883, pour la production d'instantanées au gélatino-bromure. Lorsque la couche manifeste une tendance au soulèvement, il y a lieu d'utiliser les révélateurs sans alcali ; presque toutes les formules sont applicables à la confection d'un révélateur lent.

Le développement à plusieurs cuvettes contenant divers bains plus ou moins chargés de bromure, d'alcali, etc., a été fortement recommandé par H. Vogel au retour de son voyage d'Amérique, en 1884, pour développer les plaques au gélatino-bromure. Plus tard, Edwards l'employa avec les bains d'iconogène et d'hydroquinone[2]. Le procédé opératoire consiste à utiliser au moins deux bains : l'un très pauvre en alcali, l'autre ne contenant que peu de substance réductrice et une proportion relativement grande d'alcali. On peut utiliser une troisième cuvette contenant le bain normal et, par des immersions successives dans chacune des cuvettes, en opérant avec une certaine lenteur, on arrive à développer d'une façon très correcte des plaques présentant les écarts de pose les plus différents.

1861. Révélateur à l'amidol. — MM. Lumière frères et Seyewetz[3] ont montré que l'altération des révélateurs au diamidophénol n'est pas due à l'oxydation du sulfite de soude, mais à celle du diamidophénol, le sulfite s'oxydant beaucoup moins en présence du diamidophénol qu'en simple solution aqueuse. L'excès de sulfite sur la quantité normale d'amidol (6 gr. de sulfite pour 1 d'amidol) entrant dans le révélateur, non seulement ne

1. L. de Courten, *Collodion sec au tannin.* — 2. Voyez *Aide-mémoire de photographie 1885*, p. 60 ; *1893*, p. 77 et *Photo-Gazette 1892*, p. 217 ; *1902*, p. 217. — 3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1905, p. 126.

retarde pas l'oxydation du diamidophénol, mais contribue même à l'accélérer. Les solutions concentrées à la fois en diamidophénol et en sulfite s'oxydent plus facilement que la solution normale et ne peuvent se conserver même en flacons pleins et bouchés par suite de la précipitation de leur diamidophénol. Par contre, on peut conserver sans altération appréciable, pendant un temps très long, le révélateur normal dans un flacon plein et bien bouché.

L'amidol peut être employé simplement avec le sulfite ou encore avec le sulfite additionné de substances alcalines ou acides.

La dissolution de 15 gr. de diamidophénol et 15 gr. de sulfite de soude anhydre pour un litre d'eau permet de développer les plaques ayant un temps de pose normal ; si le temps d'exposition a été dépassé, il suffira d'additionner le bain d'un tiers de son volume d'eau, comme l'a recommandé M. Sanchez [1].

M. Petitot emploie un bain contenant une forte proportion de diamidophénol et très peu de sulfite de soude. Le bain est préparé avec 2 gr. de diamidophénol, 2 gr. de sulfite de soude anhydre et 125 c. c. d'eau. La plaque à développer est directement plongée dans ce bain. Si l'on reconnaît qu'il y a insuffisance de pose, on plonge la plaque dans une seconde cuvette contenant le même bain, mais additionné d'une plus forte proportion de sulfite, ou encore dans un bain contenant une proportion moins grande d'amidol pour la même quantité de sulfite de soude.

M. Valenta a constaté que l'addition de soude caustique au révélateur normal au diamidophénol permet d'obtenir des négatifs plus doux et plus détaillés que ceux obtenus par la solution normale de diamidophénol. Pratiquement, on ne peut ajouter une dose d'alcali supérieure à celle qui correspond à la neutralisation des deux molécules d'acide chlorhydrique, soit 100 c. c. de solution de soude caustique à 1 %. Le bain de développement contient 30 gr. de sulfite de soude anhydre, 5 gr. d'amidol, 100 c. c. de solution de soude caustique à 1 % et une quantité d'eau suffisante pour faire un litre [2].

L'emploi du bisulfite de soude dans le bain d'amidol préconisé par le Dr Namias pour corriger la surexposition a été fortement recommandé par M. Balagny [3]. Il utilise un révélateur préparé avec 100 c. c. d'eau, 1 gr. d'amidol, 2 gr. de sulfite de soude anhydre, 5 c. c. de solution de bisulfite de soude commercial, 5 c. c. de solution de bromure de potassium à 10 %. L'image commence à se montrer après deux minutes d'immersion dans ce bain ; le développement peut durer, suivant le cas, jusqu'à trente ou quarante minutes.

Le bain d'amidol, qui développe avec le sulfite de soude seul,

1. *Photo-Gazette*, déc. 1905, p. 39. — 2. *Phot. Correspondenz*, 1905, p. 33. — 3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1904, p. 173.

constitue un bain acide, puisqu'il se charge en bisulfite à mesure qu'il développe. L'amidol agit rapidement avec le sulfite seul ; il agit très lentement avec le bisulfite et, comme l'a indiqué M. Reeb, on prépare facilement une solution titrée de bisulfite de soude en mélangeant 180 gr. de sulfite neutre de soude cristallisé avec 800 c. c. d'eau ; après dissolution, on ajoute goutte à goutte un peu de dissolution de bisulfite de soude commercial jusqu'à disparition de la coloration rouge produite sur la phtaléine du phénol. D'autre part, on a mélangé à 200 c. c. d'eau distillée 20 c. c. d'acide sulfurique à 66°B ; on ajoute cette dissolution à celle de sulfite neutre de soude et l'on obtient ainsi la solution bisulfitique de réserve. La plaque à développer est plongée dans une solution faite avec 1 gr. d'amidol, 50 c. c. de solution bisulfitique de réserve et 100 c. c. d'eau ; quand elle est uniformément mouillée par ce liquide, on ajoute centimètre cube par centimètre cube une dissolution de carbonate de soude à 20 % ; à chaque nouvelle addition, on attend environ deux minutes pour juger de l'effet produit. Il ne faut pas dépasser la dose maxima de 25 c. c. de carbonate de soude pour les 150 c. c. de liquide dans lesquels on a dissous 1 gr. d'amidol ; on agite la cuvette après chaque addition pour provoquer le départ des bulles d'acide carbonique : ce révélateur est très sensible à l'action du bromure.

On peut, comme l'a indiqué M. Reeb, combiner l'emploi de l'amidol avec celui de la pyrocatéchine et de l'hydroquinone. M. Reeb[1] désigne sous le nom *d'amidol salifié* le produit composé avec 2 gr. d'amidol, 1 gr. de pyrocatéchine et 1 gr. d'hydroquinone. Ce composé développe l'image latente avec le bisulfite de soude seul, sans sulfite, mais il agit très lentement. Le bain de développement se prépare avec 2 gr. d'amidol salifié, 50 c. c. de solution bisulfitique de réserve préparé comme nous l'avons indiqué ci-dessus, et 100 c. c. d'eau. Par additions successives d'une solution de carbonate de soude à 20 % jusqu'à concurrence de 25 c. c., la vitesse du développement s'accélère jusqu'au moment où tout le bisulfite est transformé en sulfite neutre : le bain contient alors 9 gr. de sulfite neutre de soude. Ce bain révélateur est plus énergique que celui préparé avec l'amidol seul ; il est, d'ailleurs, d'un maniement plus facile.

L'addition d'alcool au bain d'amidol permet de développer les plaques à une température relativement élevée (30 à 40° centigrades). On ajoute peu à peu au bain d'amidol son volume d'alcool de façon à éviter la précipitation du sulfite de soude. Le développement se fait plus lentement que par l'emploi des bains ordinaires et le révélateur se conserve plus longtemps sans

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1905, p. 207.

noircir ; l'opération doit être prolongée jusqu'à ce que l'image soit visible au dos de la plaque.

Lorsque l'amidol a pris sous l'influence du temps une coloration noirâtre, on peut encore l'utiliser en dissolvant 1 gr. d'amidol dans 200 c. c. de solution *tiède* de sulfite de soude à 4 %; on filtre et on développe à l'aide de la dissolution refroidie et colorée en brun.

1862. Révélateur à l'édinol. — L'édinol, par ses propriétés révélatrices, tient le milieu entre les révélateurs de la catégorie des phénols et les révélateurs rapides de la catégorie des amidophénols. Il admet, comme retardateur, tous les produits utilisés pour cet objet et est très sensible à l'addition d'une solution saturée de bicarbonate de sodium dont on peut utiliser jusqu'à 30 %. Le bain normal d'édinol contient 10 gr. d'édinol, 100 gr. de sulfite de soude anhydre, 50 gr. de carbonate de soude anhydre et un litre d'eau. On peut préparer un bain concentré en faisant dissoudre 20 gr. de sulfite de sodium anhydre dans 100 c. c. d'eau ; on ajoute 10 gr. d'édinol, puis 50 gr. de carbonate de soude cristallisé ; on amène le volume à 200 c. c. Ce bain concentré peut être additionné de cinq à vingt fois son volume d'eau et même plus. On peut obtenir des solutions plus concentrées en ajoutant une quantité convenable d'alcali caustique à une dissolution de sulfite de sodium dans lequel se trouve de l'édinol en suspension. En ajoutant plus ou moins d'eau, on obtient un révélateur très rapide développant sans dureté. Par addition d'une grande quantité d'eau (50 à 100 fois le volume du bain concentré), on obtient un bain de développement lent d'un emploi très pratique.

Les solutions concentrées d'édinol avec métabisulfite de potassium se conservent pendant longtemps, pourvu qu'elles soient maintenues en flacons bien bouchés. Le développement peut être effectué à l'aide de deux solutions de réserve : A) eau, 1 litre ; sulfite de soude anhydre, 100 gr. ; édinol, 10 gr. ; B) eau, 1 litre ; carbonate de soude cristallisé, 100 gr. On mélange les deux dissolutions par parties égales, et si l'action de ce bain est par trop rapide, on étend la solution avec une forte proportion d'eau (20 à 50 parties).

L'utilisation de la lithine donne un bain qui agit rapidement tout en conservant les demi-teintes. On le prépare en faisant dissoudre 25 gr. de sulfite de sodium anhydre dans 1 litre d'eau, on ajoute 4 gr. d'édinol et 2 gr. de lithine caustique[1].

1. *Phot. Correspondenz*, janvier 1902.

Par l'addition d'hydroquinone, on obtient un bain agissant rapidement et fournissant des négatifs intenses. On le prépare en dissolvant 100 gr. de sulfite de sodium anhydre, 16 gr. d'édinol, 8 gr. d'hydroquinone et 80 gr. de carbonate de sodium cristallisé dans une quantité d'eau suffisante pour faire un litre.

Par l'emploi du révélateur à l'édinol, on peut développer tous les genres de négatifs. M. Thorne Baker utilise pour les sujets de paysages, les instantanées, un bain contenant 1 gr. d'édinol, 1 gr. 5 de métabisulfite de potasse, 8 gr. de carbonate de soude, 5 gr. de sulfite de soude et 100 c. c. d'eau. On obtient plus de douceur soit en augmentant la proportion de carbonate, soit en diminuant la proportion d'eau. On utilise la solution de bromure de potassium à 10 % dans les cas de forte surexposition. Le plus souvent, il suffit de diluer fortement le révélateur pour que le développement se produise régulièrement; la teinte du négatif développée lentement vire vers le rouge, tandis qu'elle est d'un gris noirâtre si l'opération se fait rapidement.

1863. Révélateur à l'hydroquinone. — L'addition de métol au bain d'hydroquinone est avantageuse, parce que le métol commence l'action réductrice que l'hydroquinone, en présence d'un peu d'alcali, peut continuer, mais ne pourrait commencer[1]. La maison Hauff recommande de faire dissoudre 5 gr. d'hydroquinone et 3 gr. de métol dans un litre d'eau; après dissolution, on ajoute 150 gr. de sulfite de soude cristallisé, 40 gr. de carbonate de potasse et 1 à 3 gr. de bromure de potassium : ce bain constitue le révélateur concentré que l'on étend de son volume d'eau au moment de l'emploi ; la température ne doit pas dépasser 18° C.

M. Namias[2] emploie 7 gr. d'hydroquinone, 1 gr. de métol, 60 gr. de carbonate de soude sec et 30 gr. de sulfite anhydre pour un litre d'eau. L'action de l'alcali peut être neutralisée par l'acide borique qui agit comme retardateur. On dissout à saturation de l'acide borique dans une solution de bromure de potassium à 10 %. Par addition d'acide borique, le bain diminue d'énergie jusqu'à un point où il ne développe plus que les parties qui ont reçu le plus de lumière et très peu les autres ; on obtient un négatif faible que l'on peut renforcer; par addition de 10 c. c. de solution bromo-borique à 100 c. c. de révélateur, on peut développer des plaques ayant reçu un temps de

1. *Photo-Gazette*, 1905, p. 180. — 2. *Revue suisse de photographie*, 1905.

pose quarante fois plus long que le temps de pose normal. Cette action de l'acide borique est limitée au bain métol-hydroquinone et ne s'exerce pas sur le bain d'amidol.

1864. Révélateur à la métoquinone. — MM. Lumière frères et Seyewetz ont préparé une nouvelle substance, la *métoquinone*[1], que l'on obtient en mélangeant des solutions aqueuses saturées de métol et d'hydroquinone dans la proportion de deux molécules de métol pour une molécule d'hydroquinone; puis on sature par du sulfite de soude anhydre. On obtient un précipité abondant, constitué par des paillettes blanches, fusibles vers 135°, tandis que l'hydroquinone fond à 169° et le métol à 87°. L'eau en dissout 1 % à 15° C. et 10 % en température plus élevée : le produit cristallise par refroidissement; il est très soluble dans l'alcool froid (20 % à 15° C.) et dans l'acétone.

Quand on chauffe la métoquinone en présence des acides étendus, la combinaison se dédouble en hydroquinone et sels de méthylparamidophénol correspondant à l'acide employé, propriété qui permet de déterminer la composition de la substance et de montrer qu'elle renferme deux molécules de métol pour une d'hydroquinone.

La métoquinone peut développer avec addition de sulfite de soude seul, sans alcali; son action révélatrice est alors deux fois plus lente que celle du diamidophénol. Ces images sont d'une intensité et d'une transparence dans les noirs tout à fait comparables à celle des négatifs que l'on obtient par l'emploi du diamidophénol.

On prépare le bain de développement avec 9 grammes de métoquinone et 60 grammes de sulfite de soude anhydre que l'on dissout dans l'eau; on complète au volume d'un litre et l'on conserve en flacons pleins et bien bouchés : ce liquide ne tache pas les doigts.

L'addition d'alcali ne provoque pas le voile et augmente fortement l'énergie réductrice du développateur. La rapidité du développement est environ deux fois et demie plus grande en présence du carbonate de soude qu'en l'absence de cet alcali; le carbonate de potasse agit comme le carbonate de soude. Le révélateur alcalin à la métoquinone se prépare avec un litre d'eau, 60 grammes de sulfite de soude anhydre, 9 grammes de métoquinone et 10 grammes de carbonate de soude anhydre. Le carbonate de soude peut être remplacé par le phosphate tribasique de soude à même dose, soit 10 grammes.

La préparation du révélateur à la métoquinone et acétone peut être réalisée soit en mettant à profit la solubilité de la métoquinone dans l'acétone, soit en ajoutant de l'acétone au révélateur ordinaire; le

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 231.

pouvoir réducteur augmente quand on fait croître la quantité d'acétone jusqu'à un maximum de 50 c. c. d'acétone par litre de révélateur. La solution de métoquinone dans l'acétone doit être conservée dans des flacons bien bouchés, sans quoi elle absorbe lentement l'oxygène de l'air et se colore en brun. Lorsque l'on a développé un certain nombre de négatifs dans le même bain et que le pouvoir réducteur a diminué notablement, il suffit de rajouter à nouveau 3 c. c. d'acétone à 100 c. c. de bain pour que le révélateur reprenne son énergie réductrice. La dissolution de métoquinone dans l'acétone se trouve dans le commerce et se vend sous le nom de *métocétone;* elle permet de préparer très rapidement le bain révélateur : il suffit de l'étendre de cinq ou quinze fois son volume d'eau. Le bain normal contient 1 litre d'eau, 9 grammes de métoquinone, 60 grammes de sulfite de soude anhydre et 30 grammes d'acétone.

L'énergie du révélateur à la métoquinone est augmentée par l'emploi des alcalis caustiques. L'addition de 5 grammes de lithine caustique à un litre de dissolution de métoquinone dans le sulfite permet d'obtenir un bain dont la rapidité de développement est environ deux fois plus grande qu'avec le carbonate de soude et cinq fois plus grande qu'avec le sulfite de soude seul; en portant à 10 grammes la quantité de lithine caustique, on obtient le maximum d'effet et l'on utilise ce bain pour les négatifs sous-exposés.

On peut employer la métoquinone avec le formosulfite. Le bain normal renferme 9 grammes de métoquinone, 60 grammes de formosulfite et un litre d'eau. Le formosulfite fonctionne avec la métoquinone comme les carbonates alcalins, tandis qu'il se comporte comme alcali caustique avec les autres révélateurs.

Le révélateur à la métoquinone est très sensible à l'action du bromure de potassium : il suffit de 2 à 3 centimètres cubes d'une solution à 10 % pour produire un effet retardateur très marqué.

La métoquinone permet de révéler facilement tous les négatifs. On utilise pour cela trois solutions : la première est la solution normale; la seconde est constituée par le bain d'hydroquinone au formosulfite; la troisième est la solution normale additionnée de bromure de potassium. Le développement s'effectue d'abord en plaçant la plaque dans la cuvette contenant la solution normale, et, suivant la façon dont elle se comporte, on la fait passer soit dans le bain rapide, soit dans le bain lent; au besoin, ces divers bains seront dilués d'une assez forte quantité d'eau : ils constituent alors de très bons révélateurs lents.

Le mélange de métol et d'hydroquinone est bien loin de se comporter comme la métoquinone. M. Bogisch a montré qu'il valait mieux utiliser le produit cristallisé que d'employer un bain contenant l'hydroquinone et le métol.

1865. Révélateur à l'acide pyrogallique. — M. Valenta[1] a constaté qu'en employant l'acide pyrogallique avec une quantité d'alcali strictement nécessaire pour neutraliser une des fonctions phénoliques de l'acide pyrogallique afin de donner un phénate monoalcalin, on obtient un bain jouissant de la propriété de ne pas se colorer, même après le développement de plusieurs négatifs. Il ne voile pas l'image et sa rapidité d'action est environ trois fois plus grande que celle du développateur ordinaire aux carbonates alcalins. Le bain se prépare à l'aide de deux solutions : A) eau, 500 grammes ; sulfite de soude cristallisé, 160 grammes; acide pyrogallique, 25 grammes ; après dissolution, on ajoute une quantité d'eau suffisante pour faire un litre ; B) eau, 1 litre ; potasse caustique, 11 gr. 5. Au moment d'employer le bain, on mélange une partie de A), une partie de B) et deux parties d'eau. On peut remplacer la potasse par 8 grammes de soude caustique.

M. Maes a fait connaître une formule de développement qui donne des négatifs transparents et riches en oppositions. Le bain contient 125 c. c. d'eau, 2 gr. 5 de sulfite de soude anhydre, 1 gramme de carbonate de soude anhydre, 1 gramme d'acide pyrogallique, 6 gouttes de dissolution de bromure de potassium à 10 % et 6 gouttes d'acide acétique cristallisable. L'image n'apparaît qu'après immersion prolongée de la couche. Il faut une immersion d'environ deux minutes avant l'apparition des grandes lumières ; le négatif se complète en un temps variant de dix à vingt minutes. On peut corriger des écarts considérables provenant de la durée de la pose soit par addition de bromure, soit par addition d'acide acétique : la correction est facile, car l'image ne se développe pas brusquement[2].

L'acétone employée dans le développement à l'acide pyrogallique présente une tendance à donner des négatifs faibles, tandis que l'ammoniaque pousse à l'intensité ; en combinant l'action de ces deux substances, on peut, sans changer la dose d'acide pyrogallique, modifier le caractère du négatif.

1. *Phot. Correspondenz*, 1903, p. 703. — 2. *Journal de photographie pratique*, 1904.

On utilise 80 c. c. d'une solution de sulfite anhydre à 3 % et 5 à 6 décigrammes d'acide pyrogallique; on ajoute deux gouttes d'ammoniaque et on plonge la plaque dans ce mélange. S'il y a surexposition, l'image se développe assez rapidement et il y a lieu d'ajouter quelques gouttes de solution de bromure de potassium à 10 %; il est inutile d'employer l'acétone. Si la durée du temps de pose a été insuffisante, on ajoute 2 à 3 gouttes d'ammoniaque et 5 à 6 gouttes d'acétone; on ajoute une quantité d'acétone d'autant plus grande que l'insuffisance de pose aura été plus considérable.

La coloration jaune que possède quelquefois le négatif développé à l'acide pyrogallique peut disparaître par l'emploi d'un bain de citrate d'ammoniaque à 10 p. 100. On peut, d'ailleurs, communiquer au négatif une coloration jaunâtre en l'immergeant plusieurs fois dans une cuvette d'eau et laissant sécher complètement après chaque immersion; cet effet ne se produit pas si le négatif a été immergé dans un bain d'alun.

La maison Meister Lucius et Bruning a mis en vente un révélateur contenant de l'acide pyrogallique, de l'amido-acétate de sodium et du sulfite de sodium; ce révélateur agit très rapidement[1]. Le composé du sodium est livré sous le nom de *pinakol;* on peut d'ailleurs l'employer avec la pyrocatéchine, la glycine, le paramidophénol, le phénol, etc., à des doses variant de 10 à 20 c. c. pour un demi-litre de révélateur[2].

1866. Révélateurs divers. — Le *synthol* serait, d'après Barrolet, un bon révélateur; c'est le chlorhydrate d'une base dérivée de l'orcine et répondant à la formule $C^6H^3 — NH^2HCl — (OH)^2$. On utilise une dissolution contenant 60 grammes de sulfite de soude, 6 grammes de sýnthol et 1 litre d'eau[3].

Le mélange de métol et adurol a été indiqué par Hauff. Il utilise deux bains : l'un contient 1 litre d'eau, 12 grammes de métol et 40 grammes d'adurol; l'autre renferme pour 1 litre d'eau 150 grammes de sulfite de soude anhydre, 200 grammes de carbonate de potasse et 2 grammes de bromure de potassium; on mélange par parties égales et l'on étend de 10 à 20 volumes d'eau[4].

Les produits de condensation du paramidophénol et des aldéhydes, en particulier de l'aldéhyde formique et de l'aldéhyde acétique, donnent des substances qui révèlent énergiquement l'image latente; on peut utiliser 100 gr. de solution commerciale d'aldéhyde formique à 40 %, 14gr5 de chlorhydrate de paramidophénol et 120 grammes de bisulfite de potasse dissous dans 400 c. c. d'eau. La combinaison sulfitée obtenue est dissoute à la dose de 1 gramme pour 100 c. c. d'eau mélangée de 5 grammes de carbonate de potasse et 5 grammes de sulfite de soude[5].

M. G. Roy a indiqué un excellent moyen d'utiliser les révélateurs concentrés du commerce[6]. On plonge dans l'eau pure les plaques qui ont été exposées à la lumière et l'on y ajoute peu à peu le révélateur concentré; deux minutes après la dernière addition, les grands noirs commencent à

1. *Phot. Correspondenz*, 1902, pp. 621 et 625. — 2. Eder, *Jarbuch für Photographie*, 1903, p. 130. — 3. *Phot. Mittheilungen*, 1902, p. 296. — 4. *Phot. Rundschau*, 1903, p. 180. — 5. *Phot. Industrie*, 1905, p. 416. — 6. *Photo-Gazette*, 1903, p. 71.

paraître; on cesse alors toute addition et l'image acquiert l'intensité nécessaire sans qu'il soit utile de faire une nouvelle addition de révélateur.

Le révélateur à la *paraphénylène diamine* permet d'obtenir des images d'intensité normale et exemptes de voile. On utilise une solution de 10 grammes de paraphénylène diamine, un litre d'eau et 60 grammes de sulfite de soude anhydre; le temps de pose doit être de huit à dix fois plus prolongé que si l'on utilisait les révélateurs ordinaires : l'image se développe lentement avec une couleur brunâtre.

La solution aqueuse d'hydrosulfite de soude pur se comporte comme un révélateur organique; l'image obtenue est très intense, mais se voile rapidement. En additionnant le revélateur d'une quantité suffisante de bromure de potassium, on peut révéler en trois minutes une plaque normalement posée; on utilise 20 grammes d'hydrosulfite de soude pur, 100 c. c. de solution de bisulfite de soude commercial et 70 c. c. de solution aqueuse de bromure de potassium à 10 p. 100. Ce révélateur peut être additionné d'une très grande quantité de bisulfite de soude sans que la durée du développement soit augmentée, ce qui n'est pas le cas avec les révélateurs organiques; par contre, les combinaisons instables de l'acide hydrosulfureux avec les bases organiques développatrices ne présentent aucun intérêt comme substances révélatrices et ne confirment pas les prévisions que l'on peut faire en raison de leur constitution [1].

L'intensité d'une plaque photographique est, pour une même lumination, d'autant plus grande que la durée du développement dans un même révélateur est elle-même plus grande. Quand le développement est très écourté, des variations même considérables de la lumination n'entraînent que de faibles variations de la densité. A température constante, la densité est proportionnelle à une certaine puissance de la durée du développement.

1867. Développement en pleine lumière. — Certains produits spéciaux destinés à colorer le bain révélateur permettent d'effectuer hors du laboratoire le développement de la plaque sensible. Un châssis spécial à déclenchement fait tomber la plaque dans le bain de développement. Il suffit de glisser ce châssis sur une sorte d'adapteur installé au-dessus de la cuvette [2]. La *coxine* du Dr Hezekiel, le *Géka* du Dr Krebs permettent de colorer assez fortement le bain pour effectuer cette opération; après imbibition complète, la plaque peut être transportée au jour et développée dans n'importe quel développateur.

MM. Boer, Bocage et plusieurs autres opérateurs ont établi qu'on peut développer en pleine lumière avec n'importe quel révélateur alcalin à la condition de lui ajouter quelques gouttes d'une solution alcoolique de phénolphtaléine, substance qui vire au rouge avec les alcalis; la coloration rouge de la plaque disparaît dans le fixateur acide [3].

MM. Lumière frères et Seyewetz ont fait observer [4] que les matières colorantes employées pour cet objet doivent donner, avec les révélateurs, des

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1905. — 2. *La Revue de photographie*, 1903, p. 348. — 3. *Phot. Rundschau*, 1903, p. 54. — 4. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1903, p. 741.

solutions convenablement colorées pour absorber les radiations actiniques ; elles ne doivent pas se fixer sur la gélatine, ne provoquer ni le voile, ni la destruction de l'image latente, enfin ne pas tacher les doigts de l'opérateur. Cette dernière propriété est indispensable s'il s'agit du développement des papiers. Il faut enfin qu'elles puissent être employées avec les divers révélateurs sans donner de précipité et sans changer sensiblement de couleur, ni avec la substance développatrice, ni avec ses adjuvants.

Les matières colorantes du commerce qui possèdent les propriétés les plus voisines de celles qui sont nécessaires sont en petit nombre : l'*écarlate de crocéine* 3B. la *phénoflavine*, le *ponceau* 6B, l'*uranine*, la *tartrazine*, s'en rapprochent le plus, mais communiquent au papier une coloration qui altère la fraîcheur des épreuves.

Les picrates dissous dans le sulfite de soude donnent des solutions colorées et non tinctoriales d'une couleur convenable pour absorber pratiquement les radiations actiniques. Les picrates de sodium, de magnésium, d'ammonium sont les plus solubles ; ce dernier ne peut être utilisé, car il donne le voile dichroïque. Le picrate de magnésium doit être préféré, car c'est celui que l'on prépare le plus facilement.

MM. Lumière frères et Seyewetz mélangent le picrate de magnésium au sulfite de soude et obtiennent ainsi un produit pouvant être utilisé comme succédané du sulfite de soude dans la préparation des développateurs. Un premier mélange contenant 100 parties de sulfite de soude anhydre et 50 parties de picrate de magnésium est appelé *chrysosulfite n° 1* tandis que le *chrysosulfite n° 2* contient 100 parties de sulfite de soude anhydre et 15 parties de picrate de magnésium. Ce dernier est utilisé avec le diamidophénol, le paramidophénol, l'hydramine et la glycine, tandis que le premier est employé exclusivement avec la métoquinone, l'hydroquinone, l'hydroquinone-métol, l'acide pyrogallique, l'édinol, l'iconogène, le métol, l'adurol, l'ortol et la pyrocatéchine.

La proportion de sulfite à employer peut être diminuée dans toutes les formules de développement. Avec la métoquinone, on emploiera 1 litre d'eau, 9 grammes de métoquinone, 60 grammes de chrysosulfite n° 1 et 30 c. c. d'acétone.

Le bain d'hydroquinone-métol se prépare avec deux dissolutions : *a*) eau, 500 c. c. ; métol, 2 gr. 5 ; chrysosulfite n° 1, 50 grammes ; hydroquinone, 6 gr. 5 ; *b*) eau, 500 c. c. ; carbonate de soude anhydre, 35 grammes ; on mélange par parties égales. Le bain d'hydroquinone en une solution contient 40 grammes de chrysosulfite n° 1, 10 gram-

mes d'hydroquinone, 56 grammes de carbonate de soude anhydre et 1 litre d'eau. Si l'on veut le préparer en deux dissolutions employées par parties égales, on pourra utiliser une plus forte proportion de chrysosulfite : *a*) eau, 500 c. c.; hydroquinone, 10 grammes ; chrysosulfite n° 1, 60 grammes ; *b*) eau, 500 c. c.; carbonate de soude anhydre, 70 grammes.

Le bain de métol préparé en deux dissolutions à mélanger par parties égales pour développer en pleine lumière contiendra : *a*) eau, 500 c. c.; chrysosulfite n° 1, 40 grammes ; métol, 5 grammes ; *b*) eau, 500 c. c.; carbonate de soude anhydre, 15 grammes.

Le révélateur à l'acide pyrogallique est obtenu avec 500 c. c. d'eau, 100 grammes de chrysosulfite n° 1, 20 grammes d'acide pyrogallique. Pour développer, on prend 50 c. c. de cette solution, 150 c. c. d'eau et 20 c. c. d'acétone.

Avec l'édinol, on emploiera 1 litre d'eau, 60 grammes de chrysosulfite n° 1, 10 grammes d'édinol, 60 grammes de phosphate tribasique de soude.

Le bain d'iconogène contient 1 litre d'eau, 30 grammes de chrysosulfite n° 1, 40 grammes de carbonate de soude anhydre et 10 gr. d'iconogène.

Le développateur à l'adurol se prépare avec : *a*) 500 c. c. d'eau, 50 grammes de chrysosulfite n° 1, 8 grammes d'adurol ; *b*) eau, 500 c. c.; carbonate de soude anhydre, 35 grammes ; on mélange les deux solutions par parties égales.

Le développement en pleine lumière avec l'ortol se pratique à l'aide d'une solution de 7 grammes d'ortol dans un litre d'eau, 60 grammes de chrysosulfite n° 1 et 40 grammes de carbonate de soude anhydre. Si l'on veut remplacer l'ortol par la pyrocatéchine, on emploiera : eau, 1 litre ; chrysosulfite n° 1, 40 grammes ; pyrocatéchine, 15 grammes ; carbonate de soude anhydre, 40 grammes.

Le chrysosulfite n° 2 contient moins de picrate de magnésie que le chrysosulfite n° 1. Pour l'amidol, on emploiera : eau, 1,000 c. c.; chrysosulfite n° 2, 30 grammes ; diamidophénol, 10 grammes. Avec le paramidophénol, on utilisera 1 litre d'eau, 75 grammes de chrysosulfite n° 2, 5 grammes de lithine caustique et 10 grammes de paramidophénol.

L'hydramine, la glycine constituent des révélateurs sensibles à l'action du bromure. Le bain préparé avec le premier de ces corps contiendra 1 litre d'eau, 15 grammes de chrysosulfite n° 2, 5 grammes

de lithine caustique, 5 grammes d'hydramine. Pour l'emploi du second, il convient de préparer deux dissolutions : *a*) eau, 500 c. c.; glycine. 15 grammes ; chrysosulfite n° 2, 60 grammes ; *b*) eau. 500 c. c.; carbonate de soude desséché, 40 grammes; on mélange ces deux dernières dissolutions par parties égales.

La quantité de révélateur employé doit être suffisante pour former dans la cuvette une couche de 15 millimètres de hauteur. Il faut environ 200 c. c. de bain pour une cuvette du format 9 × 12. Si l'on n'a pas de lanterne spéciale, on place devant une bougie plusieurs bouteilles contenant une solution de chrysosulfite n° 1 à 5 %. Pendant qu'on retire la plaque du châssis pour l'introduire dans la cuvette, on tourne le dos à la source éclairante et l'on n'expose pas inutilement la plaque à la lumière; quand le développement est terminé, on rince la plaque à l'eau courante, on fixe et on lave par les procédés usuels.

Il convient d'éviter l'emploi des sels de potasse quand on utilise les chrysosulfites. Ces sels peuvent donner naissance à un précipité de picrate de potasse qui adhère très fortement à la gélatine et qui est très peu soluble (300 c. c. d'eau dissolvent environ 1 gramme de picrate de potasse). Si le développement se fait à la lumière du jour, il faut éviter absolument l'action de cette lumière sur la plaque avant son introduction dans la cuvette.

1868. Développement physique des plaques. — Le développement physique des plaques donne des images extrêmement fines; mais il ne saurait être employé avec les plaques rapides. Par contre, il donne de bons résultats avec les plaques lentes au bromure d'argent pour projection. Les images sont particulièrement fines quand on les développe avant le fixage; on peut cependant les développer après le fixage. Le bain de développement se prépare avec un litre d'eau, 20 grammes de métol, 10 grammes d'acide citrique et 6 c. c. d'une solution de chlorure de sodium à 10 %. Le ton de l'image est d'un aspect agréable et la latitude du temps de pose est extrêmement grande[1]; les plaques au chloro-bromure peuvent être développées par ce procédé.

§ 3. — Fixage, alunage.

1869. Fixage du négatif. — Le fixage du négatif s'effectue en plongeant dans un bain d'hyposulfite de soude la couche développée. Gœdicke a montré qu'en additionnant deux molécules de bromure d'argent de sept molécules d'hyposulfite dissoutes dans environ le double de leur poids d'eau, la dissolution complète du bromure d'argent a lieu. Par filtration et addi-

1. *Moniteur de la photographie*, 1er août 1903.

tion d'alcool, on obtient un sel double de soude et d'argent dont la solution est peu stable à l'air ; mais en l'additionnant d'un peu de bisulfite de soude, on obtient des cristaux incolores et stables à la lumière[1].

Les vieux bains de fixage ont une tendance à colorer en jaune la gélatine des négatifs : il faut alors un lavage très prolongé pour faire disparaître cette coloration. On évite cet insuccès en employant une solution fraîchement préparée, additionnée de bisulfite de sodium. D'ailleurs, comme l'a constaté M. Sutcliffe[2], les très vieux bains d'hyposulfite réduisent si bien l'image qu'on peut la faire disparaître complètement en douze heures ; cette action est encore plus rapide si l'on n'utilise qu'une minime quantité de liquide et si l'on favorise l'action de l'air.

Au lieu d'hyposulfite de soude on peut utiliser le papier fixateur fabriqué par l'usine d'Helfenberg : c'est du papier à filtrer, chimiquement pur, en feuilles découpées aux dimensions des plaques, trempées dans un bain fixateur et séchées après l'immersion. On place la feuille dans une cuvette, on dispose le négatif au-dessus et on verse assez d'eau pour couvrir le tout. En agitant la cuvette, le sel contenu dans le papier se dissout et le fixage se produit immédiatement.

MM. Lumière et Seyewetz ont montré récemment[3] que l'addition du bisulfite de soude dans les bains de fixage empêche la décomposition habituelle que subit l'hyposulfite de sodium en présence des sels de chrome ou d'alumine, et permet l'addition de ces composés dans le bain de fixage sans qu'on ait à craindre la sulfuration bien connue des négatifs.

L'insolubilisation des couches gélatinées, obtenues dans le bain de fixage en ajoutant à celui-ci de l'alun de chrome, n'est pas modifiée par addition d'une faible quantité de bisulfite de soude, mais est détruite si cette quantité est trop forte.

Les proportions d'alun de chrome et de bisulfite de sodium les plus favorables à employer dans le bain de fixage sont 5 grammes d'alun de chrome et 10 à 15 centimètres cubes de solution de bisulfite de sodium commercial pour 1 litre de bain d'hyposulfite à 15 %.

Les couches gélatinées ainsi insolubilisées dans le fixage abandonnent par lavage l'hyposulfite qui les imprègne aussi rapidement que les couches non insolubilisées. Elles peuvent subir aussi facilement que ces dernières les traitements usuels des plaques et donnent même moins facilement naissance au voile dichroïque. Enfin, elles peuvent être lavées sans inconvénients à l'eau chaude et séchées rapidement sur une flamme.

1. Eder, *Jarbuch für Photographie*, 1903, p. 203. — 2. *The Amateur photographer*, 30 juillet 1903. — 3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1906, p. 306.

Au lieu d'alun, M. Prunier[1] a conseillé d'utiliser les bisulfites et d'employer dans les fixateurs et dans les virages fixateurs un mélange d'hyposulfite et de bisulfite. Si l'on veut durcir la gélatine, on emploie le formol à la dose de 10 % après achèvement complet du négatif. M. Precht a recommandé l'emploi de 20 grammes de sulfite d'acétone pour un litre de bain fixateur comme donnant des négatifs très limpides[2]. M. P. Erbe a fait observer que le bain acide permet d'obtenir des images exemptes de voile jaune[3] si le négatif a été obtenu par développement. Pour les épreuves produites par noircissement direct et virage, le fixage neutre est préférable, car l'acide sulfureux libre influence le ton de l'épreuve.

Le cyanure de potassium n'est employé que pour le fixage des négatifs au collodion : c'est un poison des plus violents, pour lequel un des meilleurs contre-poisons est la solution de sulfate ferreux. Il est bon d'avoir toujours prêt un flacon hermétiquement clos, renfermant 30 c. c. d'une solution à 20 % de sulfate de fer et un paquet de 5 grammes de bicarbonate de soude que l'on absorbera aussitôt après, délayé dans un peu d'eau. En même temps, on aura recours aux affusions d'eau froide et à des inhalations d'air chloré : on obtient facilement cet air chloré en mélangeant par petites quantités à la fois de l'hypochlorite de soude et de l'acide chlorhydrique[4].

1870. Élimination de l'hyposulfite. — Un certain nombre de sels permettent de détruire les traces d'hyposulfite de soude qui existent dans la couche après le lavage sommaire de celle-ci. M. F. Pearse a insisté sur l'emploi du permanganate de potassium dissous à la dose de 4 décigrammes par litre d'eau que l'on fait couler lentement sur la plaque jusqu'à ce que la décoloration ne se produise plus; on lave ensuite et l'ont fait sécher. S'il s'est produit un précipité jaunâtre, on fait passer la plaque dans une dissolution de bisulfite de sodium, on lave de nouveau et l'on fait sécher[5]. Il est à remarquer que si la coloration brune est assez forte, l'image s'affaiblit par le traitement au bisulfite.

On trouve dans le commerce, sous le nom d'anthion, de thioxidant, un persulfate alcalin qui détruit rapidement l'hyposulfite. Un perborate, mis en vente sous le nom de *boroxylithe*, élimine très vite l'hyposulfite. Ce perborate de soude, dissous à la dose de 5 grammes par litre d'eau, constitue le bain éliminateur dans lequel on plonge la plaque après lavage sommaire de la couche au sortir du fixateur; la solution ne peut servir qu'une seule fois.

1871. Voile des plaques. — On désigne improprement sous le nom de voile jaune une coloration de la couche de gélatine étendue sur les plaques. On parvient à la faire disparaître en lavant abondamment le négatif après fixage et le plongeant dans un bain d'eau acidulée par l'acide sulfurique à raison de 20 grammes d'acide pour 1 litre d'eau; on peut aussi utiliser un bain formé de 15 grammes d'alun, 45 grammes de sulfate ferreux, 15 gram-

1. *Photo-Gazette*, 25 nov. 1902. — 2. *Phot. Centralblatt*, 1902, p. 307. — 3. *Phot. Wochenblatt*, 1904, p. 129. — 4. *Le Procédé*, 1905, p. 143. — 5. *La Revue de Photographie*, 1904, p. 324.

mes d'acide citrique et 300 c. c. d'eau; on lave à fond après ce traitement[1].

MM. Lumière frères et Seyewetz ont étudié les causes de production et la composition du voile qui se manifeste dans certaines circonstances et que l'on désigne sous le nom de *voile dichroïque*. Il est caractérisé non seulement par des différences de coloration, suivant qu'on examine le négatif à la lumière réfléchie ou à la lumière transmise, mais aussi par son opacité spéciale qui peut faire croire, dans certains cas, que les négatifs présentant ce voile sont incomplètement fixés.

Les causes qui produisent le phénomène sont multiples : on le constate avec des plaques n'ayant pas subi l'action de la lumière; on ne saurait donc l'attribuer au manque de pose. Il se produit par excès de sulfite de soude dans le révélateur au diamidophénol, par addition d'ammoniaque, même en petite quantité, d'hyposulfite de soude à la dose de 2 à 3 grammes par litre de révélateur, tandis qu'avec 7 et 8 grammes de ce sel il n'est pas perceptible. Les résultats ne paraissent pas modifiés si on remplace l'hyposulfite de soude par une solution de bromure d'argent dans ce sel.

Il augmente avec l'élévation de température et se manifeste dans certaines parties avec une intensité d'autant plus grande que la quantité d'argent réduit dans ces parties est plus faible; il augmente aussi avec la durée du développement et l'épaisseur de la couche de gélatine. Avec l'hydroquinone, l'acide pyrogallique, l'hydroquinone-métol, les résultats sont les mêmes qu'avec le révélateur au diamidophénol.

Quand on ajoute de petites quantités de sulfite de soude et de diamidophénol au bain fixateur on produit le voile dichroïque : 1 gramme de diamidophénol et 4 grammes de sulfite anhydre semblent produire le voile dichroïque le plus intense. Il faut donc éliminer du négatif le révélateur avant de faire l'opération du fixage. Le voile dichroïque est d'ailleurs d'autant plus intense que l'exposition de la plaque à la lumière a été plus faible. L'intensité du voile augmente avec la durée du développement, mais diminue d'autant plus que le bain fixateur est riche en hyposulfite de soude, qu'il présente une réaction acide et que la température est plus basse; par suite plus grande est la quantité de bisulfite ajoutée au bain de fixage, plus faible est le voile dichroïque; mais cette acidité du fixateur n'exerce aucune influence sur la formation du voile dichroïque lorsque celui-ci prend naissance dans le bain de développement.

Les révélateurs fonctionnant sans alcali sont les seuls donnant naissance au voile dichroïque quand on les introduit dans le fixateur en présence de sulfite de soude; les autres révélateurs ne le fournissent pas dans le bain de fixage, à moins que ce bain ne contienne une forte dose de carbonate alcalin ou d'alcali, auquel cas on obtient un voile dichroïque intense.

La gélatine traitée par les alcalis est beaucoup plus apte à la production du voile dichroïque que celle qui n'a pas subi ce traitement; certains acides semblent diminuer cette aptitude; les plaques de faible sensibilité donnent les plus faibles voiles dichroïques.

La composition de ce voile dichroïque paraît devoir être rapprochée de celle de la substance connue sous le nom de *collargol*[2], composé organique d'argent. Les divers traitements permettant de transformer l'argent soit en

1. *Photo-Gazette*, 1905, pp. 145-222. — 2. *Comptes rendus*, 1903, p. 680.

sulfure, soit en composés oxydés, agissent sur ce voile dichroïque et en détruisent la couleur intense en la ramenant à celle beaucoup plus faible du sulfure ou de l'oxyde d'argent; il est probable qu'on détruit ainsi la combinaison de l'argent avec la matière organique.

Le voile formé dans le révélateur est beaucoup plus superficiel que celui formé dans le fixateur; le voile *profond* est celui qui est produit dans le fixateur. Ces deux voiles se comportent d'une façon différente vis-à-vis des réactifs, les uns agissant plus facilement à la surface de la couche, les autres exerçant surtout leur action dans les parties les plus profondes.

Pour détruire ce voile, MM. Lumière et Seyewetz donnent la préférence aux trois procédés suivants :

1° Traitement du négatif par une solution acide de persulfate d'ammoniaque à 3 % : ce traitement est applicable au voile profond. La solution de persulfate, utilisée pour l'affaiblissement des négatifs, enlève facilement ce voile sans attaquer sensiblement l'image, pourvu que l'on prenne la précaution d'arrêter l'action du persulfate en plongeant le négatif dans une dissolution de sulfite ou de bisulfite de soude aussitôt que le voile a disparu.

2° Traitement par l'hydrogène sulfuré à l'état naissant qui transforme l'argent en sulfure : on fait disparaître ainsi le voile superficiel. Il suffit de plonger le négatif dans une dissolution d'hyposulfite de soude que l'on vient d'additionner d'une petite quantité d'acide tartrique ou d'acide citrique; on lave ensuite et on frotte avec un tampon d'ouate pour enlever un léger dépôt de soufre.

3° Enfin, le traitement le meilleur, applicable à tous les cas, consiste à utiliser le permanganate de potassium. On plonge le négatif dans une dissolution contenant 1 gramme de permanganate de potassium pour 1 litre d'eau : le voile disparaît et il se forme dans la couche de l'oxyde de manganèse. En plongeant ensuite le négatif dans une solution de bisulfite de sodium, on dissout l'oxyde de manganèse et toute trace de l'accident a disparu sans que l'image ait été affaiblie; sa couleur seule a été modifiée : elle est devenue plus brunâtre. Lorsqu'on examine par réflexion l'image sèche, on peut observer qu'elle présente, sur les parties correspondant aux plus grandes épaisseurs d'argent réduit, des places miroitantes qui ne changent nullement la valeur relative des demi-teintes quand on examine l'image par transparence.

L'action du permanganate se manifeste aussi bien sur le voile formé dans le fixateur que sur celui qui prend naissance dans le révélateur; aussi ce procédé est le plus efficace de tous ceux indiqués.

1872. Altérations de la couche de gélatine. — Un certain nombre de micro-organismes qui existent soit dans l'atmosphère, soit dans les eaux, se développe fort bien sur les couches de gélatine, que la plaque ait été humidifiée et non développée ou bien que le négatif soit terminé. Il se forme alors de petites colonies grisâtres, entourées d'un anneau transparent dû à la liquéfaction de la gélatine. L'attaque peut s'arrêter à cette phase si la plaque, venant à sécher, manque de l'humidité nécessaire au développement des colonies, mais, dans des conditions favorables d'humidité, la liquéfaction s'étend progressivement à toute la couche; l'immersion préalable dans le formol à 5 % ne retarde en rien le phénomène. Sur les plaques renforcées au chlorure mercurique, les lésions n'apparaissent que beaucoup plus lentement et restent plus limitées; la gélatine résiste encore mieux après renforcement à l'urane qui, comme on le sait, durcit notablement la couche. Ces accidents sont les mêmes sur plaques ou sur papier, que ceux-ci aient été ou non préalablement stérilisés.

On a constaté que ces accidents étaient moins importants sur plaques tenues en cuves verticales que sur plaques abandonnées en cuvettes horizontales, couche de gélatine en dessus.

Il convient de procéder aussi rapidement que possible au lavage et au séchage des plaques; en cas d'infection des cuves et des cuvettes, il sera bon de les désinfecter à l'eau bouillante avant de les employer à nouveau [1].

§ 4. — Renforçateurs, affaiblisseurs.

1873. Renforçateurs à l'argent. — Les négatifs peuvent être renforcés en utilisant une solution de nitrate d'argent. La plaque est immergée dans une solution contenant 5 grammes d'alun de chrome, 5 gouttes d'acide nitrique et 100 c. c. d'eau; on lave au sortir de ce bain et on plonge le négatif dans un mélange de solution d'acide gallique et de nitrate d'argent. Ce bain renforçateur se prépare par mélange fait par parties égales d'une solution aqueuse saturée d'acide gallique et d'une solution de 2 grammes de nitrate d'argent dans 100 c. c. d'eau; le mélange obtenu est additionné de 15 volumes d'eau. Si le bain de renforcement se trouble, on le rejette et on le remplace par une nouvelle quantite de bain préparée au moment de l'emploi. Quand on a obtenu l'intensité suffisante, on lave à fond et on fait sécher [2].

Ce renforçateur est un renforçateur physique. M. Jarmann a insisté sur les avantages que présente le renforcement au sulfocyanure d'argent. On fait dissoudre 6 grammes de nitrate d'argent dans 100 c. c. d'eau et, après dissolution, on ajoute 12 grammes de sulfocyanure d'ammonium; on agite jusqu'à redissolution du précipité de sulfocyanure d'argent, puis on ajoute 400 c. c. d'eau distillée; le précipité est redissous par addition d'une quantité suffisante de solution aqueuse saturée d'hyposulfite de soude ajoutée goutte à goutte. D'autre part, on prépare une dissolution contenant 3 gram-

1. P. Clerc, *L'année photographique*, 1903, p. 110. — 2. *Anthony's phot. Bulletin*, avril 1902.

mes de pyrogallol, 12 grammes de sulfite de soude, 2 grammes de bromure de potassium et 500 grammes d'eau distillée. Le négatif à renforcer est d'abord bien lavé, puis on passe à la surface de la couche un tampon de coton hydrophile, de façon à enlever toutes les impuretés qui pourraient se trouver à la surface. On met ensuite dans une cuvette 50 c. c. de la solution d'argent, on ajoute 100 c. c. de la solution d'acide pyrogallique et 1 à 2 gouttes d'ammoniaque. Le négatif est plongé sans temps d'arrêt dans ce bain; quand l'image est suffisamment intense, on retire la plaque, on la lave et on la fait sécher. Certaines couches de gélatine se soulèvent par l'action du sulfocyanure d'ammonium; c'est là, d'ailleurs, le principal obstacle à l'emploi de ce corps comme fixateur.

1874. Renforçateurs au mercure. — Tout négatif destiné au renforcement ne doit pas être voilé. M. Martin[1] élimine le voile en immergeant la plaque dans un bain de 60 grammes de perchlorure de fer sec, 60 grammes d'acide citrique et 1 litre d'eau; on lave le négatif dans l'eau courante et on le plonge dans un bain de 30 grammes de bichlorure de mercure, 30 grammes de chlorure de sodium et 1 litre d'eau. La couche blanchit; on la lave pendant une minute dans une solution de 60 grammes de sel marin pour 1 litre d'eau, puis on la plonge dans un bain contenant 180 grammes de sulfite de soude anhydre, 20 c. c. d'acide sulfurique et 1 litre d'eau. L'image se renforce; on lave avec soin et on laisse sécher.

Au lieu de chlorure de sodium, on peut ajouter au bain de bichlorure de mercure du chlorure d'ammonium en quantité égale à celle du bichlorure employé.

Les négatifs trop renforcés à l'aide du bichlorure de mercure peuvent être affaiblis par l'emploi d'une solution d'hyposulfite de soude dont le titre varie de 1 à 5 %, ou encore avec une solution de cyanure de potassium à 2 %; mais certaines gélatines ne supportent pas ce traitement.

Si l'on prolonge trop longtemps l'action de l'hyposulfite de soude après le blanchiment de l'image, celle-ci s'affaiblit. On peut remédier à cet inconvénient en dissolvant 3 gr. 5 d'hyposulfite de soude et 0 gr. 5 de chlorure d'or dans 500 c. c. d'eau : on obtient un hyposulfite double d'or et de sodium qui a un pouvoir renforçateur considérable[2].

On peut aussi employer du bromure double d'argent et de sodium obtenu en dissolvant du bromure d'argent dans l'hyposulfite de soude. Valenta a recommandé l'emploi de l'hyposulfite double de soude et de plomb. On le prépare en ajoutant à une solution d'acétate ou d'azotate de plomb de l'hyposulfite de soude en solution concentrée jusqu'à redissolution du précipité qui se forme au commencement. Cette dissolution concentrée se conserve très bien à l'abri de la lumière. Pour l'emploi, elle doit être diluée avec de l'eau; les négatifs ainsi renforcés acquièrent une très grande intensité.

Lorsqu'il s'agit d'obtenir des négatifs très denses, on peut faire blanchir la couche à l'aide du bichlorure de mercure et, après lavage, plonger la plaque dans un bain contenant 3 grammes de sulfocyanure d'ammonium, 100 c. c. d'eau et 10 c. c. d'une solution de chlorure d'or à 10 %. Ce bain, qui se conserve pendant quelques jours, doit être préparé au moins une

1. *Revue belge de photographie*, 1901. — 2. *Phot. Correspondenz*, 1903, p. 302.

demi-heure à l'avance : la teinte de l'image se modifie et varie du bleu au violet noir.

M. L.-P. Clerc[1] a recommandé l'emploi d'un bain contenant par litre d'eau 20 grammes de bichlorure de mercure et 50 grammes de bromure de potassium ; l'immersion du négatif dans ce bain doit être d'autant plus prolongée que l'on veut un renforcement plus complet. Au sortir de ce bain, on rince abondamment la couche et on plonge la plaque jusqu'à noircissement complet dans toute l'épaisseur de la couche (ce dont on s'assure par l'examen au dos) dans une solution renfermant, par litre d'eau, 100 grammes de sulfite de soude cristallisé ; on lave à fond après noircissement. La solution de sulfite doit être rejetée après l'emploi ; quant à la solution de bromure, elle est utilisable jusqu'à épuisement des sels actifs.

Une solution à 20 % de sulfite d'acétone peut être substituée avantageusement à la solution de sulfite de soude pour le renforcement des négatifs préalablement blanchis à l'aide des sels de mercure. Après blanchiment, on lave, on plonge dans la solution de sulfite d'acétone et on lave de nouveau : on conserve ainsi les demi-teintes et l'on évite la production de négatifs heurtés.

1875. Renforçateur au plomb. — Le renforcement aux sels de plomb et bichromate donne des négatifs d'une teinte jaune peu actinique. On prépare une solution de 4 grammes d'azotate de plomb et 6 grammes de ferricyanure de potassium dans 100 c. c. d'eau ; on conserve cette solution dans l'obscurité. D'autre part, on fait dissoudre 10 grammes de bichromate de potasse dans 100 c. c. d'eau. Le négatif bien lavé est immergé pendant dix à quinze minutes dans la première solution ; on opère dans l'obscurité. La couche passe à la teinte blanc jaunâtre ; après un lavage soigné, le négatif est traité par la solution de bichromate qui lui communique une belle couleur orangée ; on lave et on fait sécher[2].

Le lavage après le traitement au bain de plomb peut être remplacé par immersion dans un bain abondant de sulfite de soude à 10 %. On lave et on peut faire noircir la couche soit par un sulfure, soit par un bain d'hydroquinone : on obtient ainsi une coloration brunâtre. Avec une solution de métol, on obtient la teinte grise primitivement obtenue par le développement du négatif.

1876. Affaiblisseurs. — Le persulfate d'ammoniaque constitue un des meilleurs affaiblisseurs que l'on puisse employer. Les persulfates peuvent, d'ailleurs être utilisés, de même que les bichromates et permanganates, pendant le développement. Dans ce but, on emploie le persulfate de potassium en solution à 10 % mélangé à du bromure dans la proportion de 10 parties de bromure pour 15 de persulfate. Si le persulfate est employé seul, il faut doubler la dose par rapport à celle de bromure ; on ajoute la dissolution de persulfate à de l'eau distillée dans laquelle on fait baigner la plaque et on développe. Ce moyen est meilleur que celui qui consiste à ajouter la dissolution de persulfate au moment de l'emploi[3].

1. *Le Procédé*, 1905, p. 25. — 2. *The Photographic Times*, 1905, n° 2. — 3. *Amateur photographer*, 1905.

Quand on traite un négatif par le persulfate d'ammoniaque, il se forme souvent un précipité. On évite cet insuccès en traitant d'abord la solution par un négatif mis au rebut. L'immersion est prolongée pendant quelques minutes; on filtre et l'on peut utiliser la dissolution ainsi préparée.

On peut combiner l'action du persulfate d'ammoniaque avec celle de l'affaiblisseur de Farmer. On immerge le négatif à affaiblir dans un premier bain contenant 100 c. c. d'eau, 2 grammes de ferricyanure de potassium et 20 grammes d'hyposulfite de soude; dans une seconde cuvette, on fait dissoudre 4 grammes de persulfate d'ammoniaque dans un litre d'eau. Le négatif est alternativement soumis à l'action de ces deux bains, avec lavages après chaque bain. On arrive ainsi à obtenir de bonnes images avec des négatifs surdéveloppés qui n'auraient donné que des épreuves grises si l'on avait employé la méthode usuelle[1].

MM. Lumière frères et Seyewetz, qui ont montré que le persulfate d'ammoniaque permet d'atténuer les parties opaques d'un négatif sans détruire les demi-teintes, ont constaté que le persulfate agit plus rapidement lorsque le négatif est encore humide que lorsqu'il a été séché. Cette action ne se manifeste qu'au bout d'un temps relativement long après que le négatif a été plongé dans la dissolution; mais, dès que cette action a commencé, elle continue régulièrement. L'immersion de la plaque dans l'eau ne suffit pas pour arrêter l'action du persulfate; il faut immerger la couche dans une solution de sulfite ou de bisulfite de soude. La concentration de la solution de persulfate n'a pas d'influence sur le résultat final; seule la rapidité d'action varie : elle est d'autant plus faible que la solution est moins riche. L'action du persulfate ne modifiant pas le voile produit par surexposition ou excès de développement, il faut éliminer ce voile avant de faire agir le bain de persulfate.

Le mélange d'hyposulfite de soude et de ferricyanure de potassium ne se conserve pas. On peut éviter la décomposition du ferricyanure en employant les sels alcalins de l'acide amido-acétique, qui remplacent avantageusement l'hyposulfite : le réducteur ainsi préparé se conserve. On trouve dans le commerce ce sel en dissolution à 20 % sous le nom de *Pinakolsalz N*. Dans 100 c. c. de cette dissolution, on dissout 5 grammes de ferricyanure de potassium. Pour l'emploi, on dilue avec 5 à 10 parties d'eau et l'on y introduit la plaque à affaiblir. La réduction se fait assez rapidement; on suit la marche de l'opération en examinant de temps en temps la plaque par transparence. La réduction est accompagnée de la production d'un voile violet. La plaque, arrivée au degré de réduction voulu, est introduite dans un bain de fixage acide où le voile disparaît et l'image prend un beau ton

1. *Photo-Gazette*, 1905, pp. 13, 235.

brun noir. La solution d'amido-acétate de soude diluée avec 5 volumes d'eau peut encore servir pour noircir les plaques renforcées au bichlorure à la place de sulfite de soude ou d'ammoniaque ; l'emploi de ce corps est dû à M. Homolka[1].

L'utilisation des cobaltamines pour l'affaiblissement des images photographiques a été indiqué par M. H.-T. Smith[2]. Les meilleurs résultats sont obtenus avec le sel d'Erdmann, $Co^2\ K^2\ (NO^2)^8\ 4NH^3$, en solution à 5 grammes par litre, additionné d'un volume égal d'eau acidulée à 15 % d'acide sulfurique. L'action, très lente, peut aisément être surveillée; après affaiblissement suffisant, on lave à l'eau, on plonge pendant trois minutes dans un bain d'ammoniaque à 10 %, on lave de nouveau et on fait sécher. Un assez grand nombre de sels de cobalt possèdent une action sélective sur les grands noirs de l'image comparable au mode d'attaque du persulfate d'ammoniaque. Le sel d'Erdmann diffère cependant du persulfate d'ammoniaque, car l'affaiblissement ne se continue pas pendant les rinçages. On peut aussi obtenir un affaiblisseur en mélangeant un sel de cobalt, du nitrite de potassium et de l'acide sulfurique avec ou sans addition de sels d'ammonium ou autres.

Les sels de cérium constituent de bons affaiblisseurs; mais, comme l'a montré M. Hollande, ils sont toxiques. Les sels cériques, même parfaitement purifiés de leurs impuretés habituelles, provoquent rapidement une hypothermie très accentuée : ce sont des caustiques chimiques, coagulant les albumines et comparables à ce titre aux chlorures d'antimoine et de zinc. Les symptômes présenteraient d'assez étroites analogies dans le cas du cérium et dans le cas du plomb; l'eau légèrement alcalinisée paraît être le meilleur antidote des sels de cérium.

L'affaiblisseur Farmer est de composition essentiellement variable. M. le Dr Sturenburg[3] a fait observer que plus on ajoute d'hyposulfite, plus l'action de l'affaiblisseur est générale sur toute l'étendue de l'image; plus on ajoute de ferricyanure, plus l'affaiblisseur attaque les demi-teintes. La concentration la plus convenable du bain est au voisinage de 5 % des constituants; l'addition de carbonate de sodium permet d'éviter la coloration jaune qui se produit quelquefois par un séjour prolongé dans l'affaiblisseur. On utilise trois solutions : A) eau, 1 litre; hyposulfite de sodium, 50 grammes; B) eau, 1 litre; hyposulfite de sodium, 100 grammes; C) eau, 1 litre; ferricyanure de potassium, 50 grammes.

Pour l'affaiblissement général des négatifs trop denses on emploie 100 c. c. de B) et 5 c. c. de C); s'il s'agit d'éclaircir un négatif gris, voilé, on utilise en place de B) la solution A).

Quand on doit modifier le caractère d'un négatif en l'affaiblissant d'abord et le renforçant ensuite, on commence par traiter la plaque avec 100 c. c. de solution A) et 10 c. c. de solution C); au besoin, on ajoutera quelques gouttes de solution C).

Les négatifs très denses et lents à imprimer sont modifiés en utilisant 100 c. c. de B) et 5 c. c. de C); le négatif devient transparent dans les ombres; s'il le devient trop, on le renforce soit dans un renforçateur à l'urane

1. *Phot. Correspondenz*, 1903. — 2. *The Photographic Times*, 1905, n° 2. — 3. *Revue suisse de photographie*, 1904.

en deux solutions séparées, soit par un renforçateur à l'or et au bichlorure de mercure. Le renforcement à l'urane s'obtient en lavant la plaque, la plongeant dans la solution C), lavant, puis la plongeant dans une solution de chlorure d'urane à 1 %; après lavage, on sèche. Pour renforcer au mercure et à l'or, on fait blanchir la couche dans un bain de 20 grammes de chlorure de mercure, 50 grammes de chlorure d'ammonium et 8 c. c. d'acide chlorhydrique pur pour 1 litre d'eau; on lave et on fait noircir dans un bain contenant 20 grammes de sulfocyanure d'ammonium, 60 c. c. de solution de chlorure d'or à 1 % et 1 litre d'eau. Aussitôt que l'image possède la vigueur désirée, on lave la plaque et on fait sécher. Si les ombres du négatif ainsi traité ne sont pas assez transparentes, on le plonge dans un bain formé de 50 c. c. de solution A) et 10 c. c. de solution C); on lave la plaque devenue transparente. Le procédé s'applique aussi bien aux négatifs qu'aux positifs sur verre ou sur papier : dans ce dernier cas, les solutions doivent être fortement diluées.

Toutes les fois que l'on est conduit à employer le bichlorure de mercure et qu'il y a lieu d'éliminer complètement ce composé, on fait blanchir le négatif dans une solution additionnée de 1 % d'acide chlorhydrique; on lave dans l'eau courante, on le plonge ensuite dans une solution à 1 % d'acide citrique, on le remet dans l'eau courante et on le plonge une seconde et même une troisième fois dans le bain d'acide citrique; cela fait, on peut faire agir les divers réactifs.

Le bain affaiblisseur au bichromate de potasse et acide chlorhydrique (eau, 900 c. c.; acide chlorhydrique, 30 c. c.; bichromate de potasse, 10 grammes) permet de modifier la nature du négatif par un nouveau développement fait en pleine lumière à l'aide d'un bain d'amidol ou de tout autre révélateur. On peut encore faire blanchir avec un bain de 4 grammes de persulfate d'ammoniaque 3 c. c. d'acide chlorhydrique et 100 c. c. d'eau; enfin, on peut employer le permanganate de potasse à la dose de 10 c. c. d'une solution à 10 % dans 100 c. c. d'eau additionnée de 3 c. c. d'acide chlorhydrique.

Les négatifs affaiblis à l'aide d'un bain contenant 0 gr. 5 de permanganate de potasse, 5 c. c. d'acide sulfurique et 1 litre d'eau, prennent souvent une coloration jaune. On évite cet insuccès, d'après M. Namias, en traitant le négatif aussitôt après l'action de permanganate, par une solution de bisulfite de soude à 10 % qui a pour effet de dissoudre en même temps l'oxyde de manganèse et le sulfate d'argent, mais l'affaiblissement est quelquefois exagéré, l'action est d'ailleurs plus rapide que celle qui résulte de l'emploi de l'acide oxalique précédemment indiqué (C, **1643**).

On peut réduire localement l'intensité d'un négatif en l'enduisant d'une pâte faite avec du savon dissous dans l'eau ou dans l'alcool; ce moyen, d'après M. Farlon [1], est préférable à celui qui consiste à employer les huiles ou les encaustiques.

1. *Photography*, 2 janvier 1902.

CHAPITRE III

RETOUCHE, CONTRETYPES, PROCÉDÉS DIVERS

1. — Retouche.

1877. Achèvement du négatif. — Le phototype obtenu après le développement et fixage de l'image latente n'est pas toujours susceptible de donner une bonne épreuve positive; très souvent on le soumet soit au renforcement, soit à l'action des affaiblisseurs. Nous avons vu que les négatifs gris, sans contrastes, provenant de plaques surexposées, peuvent être améliorés en les soumettant successivement au renforcement par le bichlorure de mercure, puis à l'action de l'affaiblisseur Farmer. Les réactifs chimiques permettent donc de modifier un négatif, d'achever le travail commencé par la lumière; mais l'emploi de ces seuls réactifs chimiques ne suffit pas toujours : pour obtenir une bonne *mise en train* du phototype on est souvent obligé soit de le retoucher, soit de produire un contretype qui sera apte à donner les photocopies que l'on cherche à obtenir.

1878. Retouche. — La retouche se pratique soit par addition au dépôt d'argent de la couche du négatif, soit par soustraction de tout ou partie de ce dépôt. Lorsque les détails dans les ombres font défaut sur le phototype, il est inutile de chercher à le renforcer : le renforcement ne ferait qu'exagérer l'effet trop accentué. Il vaut mieux étendre au dos du négatif un vernis coloré; on pratique alors des enlevages correspondants aux parties les plus opaques de l'image. On peut aussi employer un vernis mat ou, à défaut, on utilise la colle d'amidon; quand elle est sèche, la couche mince de cette colle supporte très bien les retouches locales faites au fusain ou à l'estompe, retouches qui ont pour but d'améliorer les parties trop transparentes du négatif[1].

1. *Photo-Gazette*, 1904, p. 184

Un autre moyen tout aussi pratique et efficace consiste à immerger la plaque dans une solution de bleu-gris d'aniline; la couche s'imbibe de ce colorant en proportion inverse de la quantité d'argent réduit formant l'image. On arrive à atténuer ainsi les contrastes trop violents et à suppléer dans une certaine mesure au manque de dégradation des demi-teintes[1].

On peut aussi retoucher localement à l'aide du réducteur de Farmer ou de tout autre réducteur chimique. On mouille d'abord la couche, on enlève l'excès d'eau avec un papier buvard et on traite avec un pinceau trempé dans le bain réducteur les régions à affaiblir; dès que l'effet est obtenu, on lave la couche à grande eau et on laisse sécher.

Les retouches locales exécutées à la surface du négatif se font soit au crayon, soit au pinceau, surtout s'il s'agit de boucher les à-jours connus sous le nom de *trou d'aiguille* (C, **1665**), défauts que l'on évite presque toujours par un époussetage *rigoureux* de la plaque, des châssis et de l'appareil, et par l'immersion préalable de la couche dans l'eau pure avant le développement. Pour que ces retouches locales se fassent commodément, il est bon d'étendre avec un tampon de coton un très léger enduit obtenu en dissolvant 30 grammes de baume du Canada dans 60 c. c. d'essence de térébenthine; cet enduit, appliqué sur la partie à retoucher, se sèche lentement; au préalable, il convient de vernir la couche avec une solution de 5 grammes de coton-poudre dans un mélange de 500 c. c. éther et 500 c. c. alcool : cette couche de vernis est très efficace contre l'action de l'humidité et son emploi est tout aussi facile que celui de la dissolution aqueuse de gomme laque obtenue par ébullition de cette substance en présence de borax ou de carbonate de soude.

La retouche au crayon peut aussi se faire très facilement en étendant sur la surface du vernis ou même de la gélatine une très mince couche d'essence grasse. Ce corps n'altère en rien la transparence de l'image et permet de faire les retouches presque aussi facilement que si l'on opérait sur le papier. On étend l'essence avec un petit tampon de flanelle, on enlève l'excès avec un linge non pelucheux. Quand, par évaporation, l'essence est devenue trop épaisse, on l'additionne de quelques gouttes d'essence de térébenthine. L'essence grasse est un produit que l'on trouve chez tous les marchands de couleurs qui livrent aussi des couleurs toutes préparées pour la retouche. Grasshof a indiqué la formule[2] d'une mixtion non cassante, ne s'enlevant pas par écailles. On mélange un jaune d'œuf avec la moitié ou les deux tiers de son volume d'huile de lin ou mieux de vernis à l'huile de lin; le mélange se fait en remuant avec une spatule en bois jusqu'à ce que les deux corps forment une masse assez homogène; on peut aussi y ajouter un peu d'eau. C'est le véhicule que l'on ajoute au lieu de gomme à la couleur finement broyée avec de l'eau, en pâte épaisse, jusqu'au point où la couleur étendue sur du papier prend un faible lustre et cesse de déteindre lorsqu'on la frotte avec le doigt sec ou le revers de la main. On utilise comme couleur soit le brun de Van Dyck, soit le noir, la terre de Sienne calcinée, l'ombre, etc. Cette couleur se conserve en flacons bouchés; elle se sèche lentement.

1. *La Photographie*, 1901, p. 112. — 2. *Bulletin belge de la photographie*, 1866, p. 240.

La retouche par soustraction du dépôt d'argent s'est faite pendant longtemps en traitant la couche par une aiguille plus ou moins fine. M. R. Demachy [1] a insisté sur l'emploi de quelques outils de graveur tels que le burin ou échoppe, le grattoir triangulaire, le pinceau plat, garni en guise de soies d'un faisceau de fils souples d'acier glissant à frottement dans le manche, ce qui permet de régler à volonté l'élasticité et le mordant de ce pinceau. Cette sorte de balai (que l'on trouve chez les fournisseurs d'articles de peinture) use progressivement le dépôt d'argent et, par suite, diminue son opacité sans altérer le dessin. Il permet, en insistant davantage, d'effacer entièrement un objet encombrant avec plus de sûreté qu'on ne peut le faire avec un affaiblisseur appliqué localement. L'échoppe, dont la lame est tenue entre l'index et le pouce et entre le petit doigt et l'annulaire, permet d'enlever de minces copeaux, d'attaquer des taches très menues et de créer des accents très nets. Le grattoir triangulaire ou grattoir baïonnette sert à la transformation rapide des fonds unis et plus généralement de toutes les surfaces de quelque étendue.

Un autre procédé permettant de diminuer localement l'opacité d'un négatif est celui qui consiste à user les noirs au moyens d'un tampon d'ouate trempé dans l'alcool, puis passé sur la poudre de tripoli : on utilise l'ouate hydrophile, l'alcool absolu et la poudre de tripoli impalpable. On garnit d'ouate l'extrémité d'un morceau de bois taillé en pointe plus ou moins fine; à l'aide des estompes ainsi préparées et du tripoli, on dessine en blanc sur le négatif. On dispose à côté du pupitre à retoucher un tampon d'ouate imbibé d'alcool pour nettoyer de temps en temps le négatif sali par le tripoli et constater l'avancement du travail [2].

1879. Auto-retouche. — M. Gibson Bowles a indiqué un procédé original pour supprimer le halo et diminuer les contrastes. On commence par faire un *négatif compensateur* (A. **1183**; B, **1431**) en exposant une surface sensible dans la chambre noire, le côté verre étant tourné vers l'objectif. L'exposition doit être assez courte pour que dans le négatif produit les ombres soient représentées par le verre transparent et que seules les grandes lumières soient développées ; on termine ce négatif et après séchage on le replace dans la chambre noire *rigoureusement* dans la même position qu'il occupait précédemment en appliquant une autre plaque non exposée, gélatine contre gélatine, derrière la première : on fait alors poser pendant le temps nécessaire pour obtenir des ombres bien détaillées. Si l'intensité du premier négatif est convenable, le second donnera une belle gradation de teinte. Ce procédé est d'une application délicate et nécessite l'emploi d'un matériel de haute précision et de grande stabilité.

Il est plus simple, pendant le tirage de l'épreuve, de superposer au négatif une image positive de faible intensité. On corrige fort bien un négatif trop dur en tirant sur papier une épreuve positive faible que l'on rend transparente par imbibition de cire ou de vaseline et que l'on superpose au négatif original.

L'emploi du *châssis auto-retoucheur* de Joux permet de donner automa-

1. La *Revue de Photographie*, 1905. — 2. *La Photographie*, 1905, p. 114.

tiquement aux épreuves photographiques de portraits la douceur et le modelé que l'on obtient à l'aide de la retouche. On imprime les épreuves en deux fois : la première fois par contact direct, suivant la méthode ordinaire, l'épreuve étant poussée un peu au-dessous de son impression normale ; la seconde fois un positif direct à grands contrastes, *dur* en un mot, est interposé entre le papier et le négatif; dans certains cas, on interpose un verre diffuseur. Les dispositifs adoptés dans le châssis Joux assurent un repérage parfait du négatif et du papier fixé soit par un, soit par deux de ses côtés sur une sorte de planchette stirator. M. E. Artigue a montré qu'au lieu d'intercaler, en cours de tirage, entre le négatif et l'épreuve sur papier, au moment où les noirs de celle-ci sont en bonne valeur, un positif sur verre, créé à cette intention avec de très grands contrastes, il suffit d'intercaler une feuille de papier sensible transparent, assez lent et donnant des images dures. Les réserves nécessaires pour arrêter l'action de la lumière dans les ombres pendant qu'elle se continue dans les grands blancs sont ainsi créées dans le châssis lui-même et par conséquent en repérage rigoureux avec l'image, ce qui, comme nous l'avons vu (C, **1841**), est avantageux pour l'impression des paysages.

§ 2. — Contretypes.

1880 Contretypes par l'emploi de la chambre noire. — La confection des contretypes, c'est-à-dire des phototypes, identiques au négatif original, ou renversés par rapport à celui-ci, peut être réalisée soit par l'emploi de la chambre noire, soit par impression au châssis-presse.

Le premier procédé consiste à reproduire à la chambre noire le négatif original; on obtient une image positive que l'on inverse après développement.

Les avantages de ce procédé résident en ce que l'image peut être diminuée ou agrandie et que l'on peut tirer parti des négatifs qui, sans ce moyen, ne seraient pas utilisables par suite de la trop grande transparence de l'image. M. Abney a recommandé le procédé suivant[1] de reproduction sur bromure d'argent à la chambre noire : il est basé sur ce fait que l'opacité d'un négatif dans les impressions par contact est deux fois plus faible que l'opacité du négatif placé à distance de la surface sensible. De plus, la gradation des teintes obtenue en employant la lumière rouge est plus vigoureuse qu'en utilisant la lumière bleue ; par suite, en éclairant le négatif par de la lumière transmise au moyen d'un verre rouge doublé d'un verre orangé (pour arrêter toute radiation bleue), on obtient une image relativement vigoureuse; on augmente encore les contrastes en diminuant l'ouverture du diaphragme. La durée du temps de pose est fort longue et peut dépasser une heure et demie. On recommence ces opérations en utilisant le positif obtenu, si par inversion il ne peut donner un négatif assez intense; souvent même on sera conduit à faire par ce procédé un agrandissement sur papier au bromure en éclairant à la lumière rouge orangé et diaphragmant l'objectif, ce qui nécessite une très longue durée de pose. L'image positive agrandie

1. *Photography*, 27 janvier 1902.

sera retouchée, reproduite à la chambre noire, et fournira un nouveau négatif susceptible d'être imprimé. La production de contre-types par ce moyen est fréquemment utilisée dans les procédés de tirage industriel.

Il suffit, le plus souvent, de transformer en négatif le positif obtenu par copie à la chambre noire; les procédés de transformation ne diffèrent en rien des moyens employés lorsque le contretype est produit par contact et par l'emploi des agents oxydants.

1881. Contretypes par contact. — La méthode de Bolas, basée sur cette observation que le renversement de l'image s'effectue facilement lorsqu'on imprègne la couche d'une substance oxydante, constitue le moyen le plus anciennement employé [1] pour obtenir des contretypes; il a été étudié en détail par Eder et Pizzighelli qui précisèrent la méthode de Bolas [2]; rien d'important n'a été ajouté à la méthode d'emploi du bichromate de potasse pour la confection des contretypes.

M. Drouillard produit d'abord un positif par transparence en copiant par contact ou à la chambre noire le négatif original : il développe au diamidophénol la plaque qui ne doit pas être surexposée; après développement et avant fixage, il fait disparaître l'image par l'action du permanganate de potasse et de l'acide sulfurique; la couche est lavée, puis exposée à la lumière d'une lampe à pétrole pendant trois minutes à la distance de 40 centimètres; on développe ensuite dans un bain d'oxalate ferreux, non acidulé : l'emploi de ce bain rend inutile le passage de la plaque dans un bain de sulfite de soude [3]. Le bain de permanganate de potasse peut être remplacé par un bain de bichromate de potasse, de soude ou d'ammoniaque additionné d'acide nitrique, comme l'avaient indiqué divers auteurs.

Un autre procédé, connu sous le nom de *Photo-tégie*, est celui qui consiste à impressionner la plaque par contact, la développer, la dépouiller par l'eau oxygénée et l'imbiber d'un colorant inactinique : cette dernière opération est le plus souvent inutile. Le procédé est basé sur ce fait que si l'on plonge un négatif dans l'eau oxygénée et qu'on l'y laisse jusqu'à blanchiment complet on remarque que les portions de gélatine qui contiennent l'argent primitivement réduit sont devenues d'un fragilité extrême; si, après avoir rincé la plaque à l'eau tiède on la lave à l'eau froide, on obtient un relief de gélatine qui, imprégné d'une couleur d'aniline, fournit une image par hydrotypie, ancien procédé dû à Cros; on peut donc, par ce moyen, obtenir des contretypes. M. Coustet [4] recommande de développer à l'oxalate de fer la plaque destinée à fournir le contretype. Après développement et lavages, la plaque est plongée dans une solution d'eau oxygé-

1. *Phot. News*, 1880, t. XXIV, p. 304. — 2. *Phot. Correspondenz*, février 1881, p, 45. — 3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 496. — 4. *Photo-Gazette*, 1905.

née fraîchement préparée. Au lieu d'utiliser l'eau oxygénée du commerce, on peut préparer une dissolution de cette substance en ajoutant à 100 c. c. d'acide chlorhydrique pur et versant dans ce liquide bien refroidi 4 grammes de bioxyde de baryum pulvérisé. L'addition de bioxyde de baryum doit être faite par petites quantités à la fois et en évitant toute élévation de température. Le négatif, développé à fond, est plongé dans une solution d'eau oxygénée que l'on remplace par de l'eau pure aussitôt que l'on voit quelques parcelles de gélatine abandonner leur support; on termine le dépouillement dans l'eau et l'on obtient ainsi un diapositif constitué par des épaisseurs variables de gélatine contenant du bromure d'argent. Au lieu de soumettre l'image ainsi obtenue à l'action d'un révélateur qui ferait noircir le bromure d'argent, on la plonge dans un bain de teinture constitué par une matière colorante soluble dans l'eau. Les parties épaisses du relief en gélatine absorbent une grande quantité du colorant, tandis que les régions les plus minces en prennent moins et celles dans lesquelles le verre a été complètement mis à nu par l'action de l'eau oxygénée ne retiennent pas de couleur. La durée de l'imbibition est des plus variables; quand on la juge suffisante en examinant la plaque par transparence, on lave et on laisse sécher.

La production des contretypes par contact à l'aide d'une forte surexposition présente des difficultés dans la détermination de l'excès de temps de pose[1]. M. Guebhard[2] et M. J. Sterry ont montré que l'on peut obtenir des images inversées par développement prolongé. M. Guebhard a constaté que l'inversion commence toujours par les régions ayant reçu le moins de lumière, que dans le révélateur à l'acide pyrogallique elle est souvent accompagnée d'un rougissement des blancs et que la surexposition s'oppose à l'inversion par prolongation du développement.

§ 3. — Procédés divers.

1882. Pelliculage des négatifs. — Le pelliculage des négatifs (B, **1426**) peut être effectué facilement par l'emploi du bain de formol carbonaté indiqué par M. Drouillard[3]. On place le négatif pendant cinq minutes dans un bain contenant 100 c. c. d'eau, 4 grammes de carbonate de soude et 10 grammes de formol; au sortir de ce bain, que l'on peut diluer d'une assez grande quantité d'eau, on laisse sécher complètement la couche

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 431. — 2. *Comptes rendus*, 1904 à 1906, et *Journal de physique*, 1904 à 1906. — 3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 348.

de gélatine et on immerge la plaque dans une solution de 20 c. c. d'acide chlorhydrique pour 1 litre d'eau : la couche ne tarde pas à abandonner l'image ; on la lave et on la fait sécher. Si l'on veut donner plus de consistance à la pellicule, on la reporte sur une glace talquée et collodionnée ; on laisse sécher, on recouvre d'une nouvelle couche de collodion, on laisse sécher et on sépare d'avec la glace la pellicule de gélatine qui se trouve ainsi emprisonnée entre deux couches de collodion.

On peut aussi, lorsque l'on a affaire à un négatif verni, le recouvrir d'une solution contenant 1 litre d'eau, 33 grammes de gélatine, 50 grammes d'acide acétique, 2 à 3 grammes de savon de Marseille. Ce liquide est étendu à la façon du collodion ; on laisse sécher la couche, puis on étend à sa surface une couche de collodion riciné ; après séchage complet, la couche s'enlève facilement si on incise les bords.

1883. Reproduction des objets d'art. — Les objets d'art en métal peuvent être photographiés sans reflets nuisibles à l'aide de l'artifice suivant : on les maintient à basse température pendant un certain temps (dans une glacière par exemple) ; aussitôt qu'ils arrivent au contact de l'air, l'humidité se condense à leur surface, et dès qu'ils ont atteint le point de rosée, on peut les photographier ; il faut, d'ailleurs, opérer assez rapidement et au besoin recommencer la réfrigération.

Les objets qui peuvent être placés debout, comme les vases, les statuettes, sont disposés sur une table, et on évitera autant que possible le mauvais effet produit par les ombres portées et la ligne de séparation du fond et du support de l'objet : table, pied, etc. Dans ce but, on prend une feuille de papier assez grande pour reposer sur la table, venir déborder par devant et se relever derrière l'objet à photographier à une hauteur suffisante pour qu'il s'y trouve inscrit entièrement avec marges tout autour. Le papier ne doit pas être plié derrière le sujet ; on le cintre de façon à ne pas obtenir de ligne de démarcation bien nette entre la partie horizontale et la partie verticale. L'objet est donc photographié sur un fond uniforme, et une petite ombre portée part du pied de cet objet et est fondue sur les bords. L'effet produit est celui que l'on chercherait à obtenir dans un dessin. M. Gosselin, qui a recommandé ce procédé, conseille d'utiliser un fond uni en bristol mince de teinte neutre[1].

1884. Photographie des nuages. — L'importance du ciel dans une photographie de paysages est considérable ; mais la reproduction simultanée des nuages et du paysage est assez difficile à obtenir ; si l'on ne réussit pas, on peut faire des négatifs spéciaux de nuages que l'on imprimera sur l'épreuve définitive.

En utilisant un écran jaune, des plaques orthochromatiques et un enduit antihalo, si l'on a le soin de ne pas trop développer le négatif, on pourra conserver les nuages et les imprimer sur le positif ; il convient le plus souvent de munir l'objectif d'un obturateur à volet se relevant et donnant moins de pose aux ciels qu'aux premiers plans. Le maniement de certains

1. *Bulletin du Photo-Club de Paris*, 1902, p. 71.

de ces obturateurs est assez délicat ; il convient d'exposer pour les ombres, de développer lentement de façon à obtenir un négatif *doux*. L'aspect du dos de la plaque permet de déterminer l'arrêt du développement. Le contour du ciel doit être facilement visible, mais le ciel lui-même ne doit pas paraître gris si on l'examine à la lumière du laboratoire. Le négatif sera imprimé à l'ombre, en réservant tout le paysage à l'aide d'une ou plusieurs épaisseurs de papier calque placé sur le châssis-presse ; de cette façon, le ciel pourra s'imprimer complètement avant que les parties les plus sombres de l'épreuve soient métallisées.

Le procédé le plus facile, quand on a du goût et le sens artistique, est celui qui consiste à rapporter sur un paysage un ciel de nuages ; mais on ne peut tirer parti que des nuages qui sont bas sur l'horizon. Les formes des nuages s'altèrent d'autant plus que l'opérateur est au-dessous d'eux. On ne doit pas prendre les nuages qui sont à plus de 40° au-dessus de l'horizon, ce qui correspondrait, en admettant que la ligne d'horizon passe par le centre de l'épreuve, à l'emploi d'un objectif d'assez grand angle. Les bords de la mer, les grandes plaines sans arbres rapprochés, les sommets des édifices élevés sont les meilleurs endroits pour faire des négatifs de nuages. Il y a intérêt à obtenir la ligne d'horizon sur le négatif, car elle indique exactement la position des nuages par rapport au paysage.

Ces négatifs, obtenus sur plaque orthochromatique avec écran jaune, s'impriment par les moyens usuels s'il s'agit d'épreuves ordinaires ; pour les tirages au charbon, on dépouille la partie correspondant au paysage dont le ciel a été réservé ; cette partie est donc blanche. On reporte sur support définitif, on alune, on sèche, et le papier sur lequel se trouve le paysage sert de support définitif pour le dépouillement de l'épreuve correspondant aux nuages, épreuve que l'on imprime à part.

M. Maes[1] conseille avec raison de collectionner toutes les variétés d'aspect du ciel et de ne pas s'arrêter uniquement aux effets grandioses. La collection de négatifs du ciel doit être rigoureusement cataloguée et indiquer pour chaque phototype l'époque de l'année, la direction de l'éclairage, l'heure, l'aspect de la nature au moment de l'exposition à la chambre noire de la plaque qui a fourni le négatif.

1885. Photographie des paysages. — La détermination de la durée du temps de pose constitue l'une des difficultés que l'on rencontre dans la reproduction des paysages. Si l'on ne peut déterminer exactement le temps de pose, il convient de surexposer. Le Dr Eder a montré, en effet, qu'on peut obtenir un développement normal sur gélatino-bromure solarisé en plongeant d'abord la plaque impressionnée dans une solution de 1 gramme de bichromate de potasse dans 100 c. c. d'eau additionnée de 3 grammes d'acide sulfurique ; on lave la couche au sortir de ce bain et on développe. Une plaque fortement solarisée, traitée par cette solution pendant six à quinze minutes, puis soumise à l'action du révélateur, donne une image négative normale : c'est un procédé qui s'applique aux négatifs fortement surexposés[2].

1. *Journal de photographie pratique*, 1905. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 192.

Si la plaque manque de pose, il faut avant tout éviter de produire un négatif *dur*. On commencera donc le développement avec un bain dont le mode d'action est lent; on évitera ainsi la dureté de l'image qui se produit presque toujours quand on plonge un négatif sous-exposé dans un bain à action rapide[1].

Pour la photographie des paysages de montagne, il convient, comme l'ont indiqué depuis longtemps J. Vallot, Boissonas et, plus récemment, Achard[2], et avec eux tous les bons opérateurs des régions montagneuses, il convient d'employer les plaques orthochromatiques, revêtues d'un enduit antihalo, et d'utiliser presque toujours un écran jaune foncé. On ne doit pas oublier qu'à mesure que l'on s'élève dans l'atmosphère, la teinte bleu du ciel devient de plus en plus sombre et que très souvent elle est indigo foncé par rapport au blanc éclatant des névés.

Les neiges ne doivent jamais être rendues par une teinte d'un blanc uniforme; il y a toujours des demi-teintes dans les paysages de neige; on peut les obtenir en adoptant un éclairage franchement de côté ou à contre-jour. Les conditions les plus mauvaises se présentent lorsque le ciel est uniformément gris. Les heures les plus favorables pour reproduire les paysages d'hiver sont : le matin, de huit à dix; le soir, de trois à quatre. Si le terrain, trop peu accidenté, donne une surface par trop régulière, on fait au premier plan quelques pas dans la neige, ce qui fournit un certain relief. Le développement de la plaque doit être fait lentement, avec peu de réducteur, de façon à obtenir des noirs suffisamment transparents; s'ils se *bouchent* pendant le développement, on traitera le négatif par le persulfate d'ammoniaque ou par le pinceau à fils d'acier.

Il faut toujours ménager sur le négatif les lointains; ils ne doivent pas présenter un contraste trop grand avec les premiers plans. L'éclairage des lointains à contre-jour, l'effet de rapprochement que l'on observe lorsque la pluie est proche, les belles journées d'hiver après la chute de neige ou par forte gelée constituent les conditions les meilleures. En exagérant un peu la durée du temps de pose et développant lentement avec un révélateur n'empâtant pas les noirs, on obtient sur le négatif des lointains qui se détachent du ciel et qui s'harmonisent avec l'ensemble de l'image.

La photographie des sous-bois[3] nécessite l'emploi des plaques antihalo orthochromatiques sensibles au jaune et au vert; elles rendent avec leur véritable valeur les teintes d'un vert sombre que ne peuvent traduire les plaques ordinaires. On utilise un écran jaune de teinte légère et l'on opère lorsque les rayons solaires sont près de l'horizon. L'éclairage est alors très oblique, les ombres portées prennent de la valeur et permettent d'obtenir un relief satisfaisant. Pendant l'été, on ne devrait pas, en général, faire de photographies de sous-bois après neuf heures du matin et avant cinq heures du soir; dans l'intervalle, les rayons solaires sont trop verticaux pour permettre d'obtenir une image agréable. Les effets de crépuscule et de nuit peuvent être obtenus assez facilement dans les villes, alors que le ciel est encore lumineux et que les réverbères s'allument. Il est indispensable pour ce genre de travail d'employer des plaques orthochromatiques antihalo et

1. *La Revue de photographie*, 1902, p. 197. — 2. *Photo-Gazette*, 1904, pp. 45, 104, 1905, p. 137. — 3. *La Photographie*, 1902, p. 160.

un objectif lumineux d'ouverture *f*/4 à *f*/7 ; la durée du temps de pose est de plusieurs secondes. On peut de même avec des temps de pose qui atteignent plusieurs heures, suivant la nature de la plaque et la clarté de l'objectif employé, photographier à la lumière de la lune.

BIBLIOGRAPHIE.

Abney (W.). *A Treatise on Photography.*

Anschütz (O.). *Die Photographie im Hause.*

Barnet. *The Book of Photography.*

Belin (E.). *Précis de photographie générale.*

Bellach (V.). *Die Struktur der photographischen Negative.*

Bennet (H. W.). *Intensification and Reduction.*

Blech (E.). *Die Standentwicklung der photographischen Platten.*

Braun fils (G. et A.). *Dictionnaire de chimie photographique.*

Brown (G. E.). *Finishing the Negative.*

Brownell (L. W). *Photography for the Sporstman and Naturalist.*

Calmels et Clerc. *Les procédés au collodion humide.*

Carteron. *Le paysage en photographie.*

Clerc (L.-P.). *La photographie pratique.*

— *Le portrait et les groupes.*

Chaplot (C.). *La photographie récréative et fantaisiste.*

Coustet (E). *Le développement en pleine lumière.*

Clute (J. F.). *The A B C of Photography.*

David (L.). *Ratgeber fur Anfænger im Photographieren.*

— *Photographisches Praktikum.*

Delamarre (A.). *Les négatifs sur papier au gélatino-bromure.*

— *Manuel de photographie pratique à l'usage des débutants.*

Drinkwater (B.). *Practical Retouching.*

Dillaye. *Les nouveautés photographiques.*

Eder. (Dr J. M.). *Die Photographie mit Bromsilber-Gelatine und Chlorsilber-Gelatine.*

— *Die Praxis der Photographie mit Gelatine Emulsion.*

Emery (H.). *Le développement du cliché photographique.*

Englisch (Dr). *Photographische Compendium.*

Fabre (C.). *Les industries photographiques.*

— *Guide du photographe débutant.*

Ferret. *La photographie par le collodion.*

Frippet (E.). *La pratique de la photographie instantanée par les appareils à main.*

Grun (Dr E. F). *Photography by Night with the Grun Lens.*

Gunzel (G). *Die amateur photographie.*

Harris (G. T.). *Practical Lanscape Photography.*

Hasluck (P. N.). *The book of Photography.*

Hewit (C. H.). *Practical Professional Photography.*
Holm (E. L.). *Photographie bei Künstlichen Lichte.*
— *Das Photographieren mit Films.*
Hübl (A.). *Die Entwicklung der Bromsilberplatte bei zweifelhaft richtiger Exposition.*
Jones Chopman. *The Science and Practice of Photography.*
Johnson (R.). *The Art of Retouching.*
Klary (C). *La pose et l'éclairage en photographie dans les ateliers et les appartements.*
Kesler (H.) *Die Photographie.*
Krüger (J.). *Handbuch der Photographie der Neuzeit.*
Lanquest. *Guide pratique des débutants en photographie.*
Lœbel. *La manipulation des pellicules.*
Lœscher (F.). *Leitfaden der Landschaftphotographie.*
Londe (A.). *La photographie à l'éclair magnésique.*
Luppo-Cramer (Dr). *Die Trockenplatte.*
Mathet (L.). *Traité de chimie photographique.*
Mazel (A.). *La photographie en montagne.*
Mercator (G.). *Die photographische Retouche.*
Mendel (Ch.). *Le développement automatique à deux cuvettes.*
— *Les surprises du gélatino.*
— *Les petites misères du photographe.*
— *Les ennemis du laboratoire.*
Molinié. *Comment on obtient un cliché photographique.*
Muffone. *Fotografia dei dilettanti.*
Muller (H.). *Das arbeiten mit Rollfilms.*
— *Anleitung zur Momentphotographie.*
Namias (R.). *Chimie photographique.*
Naudet (G.). *Les insuccès photographiques.*
Niewenglowski (G. H.). *Traité élémentaire de photographie pratique.*
— *Formules et recettes photographiques.*
Osmond (H. d'). *La pratique de la lumière-éclair.*
Payne (A.) *Orthochromatic Photography for Amateurs.*
Percy-Lund. *Photography for Novices.*
Petit (P.). *Dix leçons de photographie aux maisons d'éducation de la Légion d'honneur.*
— *La photographie simplifiée et la lumière artificielle.*
Pinsard. *L'illustration du livre moderne et la photographie.*
Pizzighelli (G.). *Anleitung zur Photographie.*
Probst (F). *Rezeptarium für Photographie.*
Puyo (C) et Wallon. *Pour les débutants en photographie.*
Quénisset. *Les phototypes sur papier au gélatino-bromure.*
Reiss (Dr A. R.). *Die Entwicklung der photographischen Bromsilberplatte und die Entwickler.*
Reyner (A). *Manuel pratique du reporter photographe.*
Ris-Paquot. *La préparation des plaques au gélatino-bromure.*
— *La pratique de la photographie à la lumière artificielle.*
Schmidt (Prof. F.). *Leitfaden der Momentphotographie.*
Schnauss (H.). *Die Blitzlicht Photographie.*

Schultz-Hencke. *Anleitung zur Photographischen Retouche.*
Soret (A). *Comment on fait une bonne photographie.*
— *Guide pratique du débutant.*
Sparow (W. F.). *The principles of Simple Photography.*
Sporl (Hans.). *Praktische Rezeptsamlung für Amateur und Fachphotographen.*
Stolze (Dr). *Katechismen der Photographie.*
Trutat. (Dr E.). *Le cliché photographique.*
Vogel (Dr E.). *Taschenbuch der praktischen Photographie.*
Wall (J. E.). *The Dictionnary of Photography.*
Watkins (A.). *The Watkins manual of Exposure and Development*
Whiting (A.). *Retouching.*

LIVRE III

PHOTOGRAMMES (PHOTOCOPIES).

CHAPITRE PREMIER

PHOTOGRAMMES AUX SELS D'ARGENT.

§ 1er. — Photogrammes a images apparentes.

1886. Préparation des papiers. — Les papiers qui contiennent de la pâte de bois jaunissent très vite sous l'influence de la lumière; ceux qui en contiennent une forte proportion deviennent presque bruns après quelques jours d'exposition au soleil. On peut, par un procédé plus simple que celui qui consiste à examiner le papier au microscope, reconnaître l'existence de la fibre de bois. On prépare un mélange à volumes égaux d'alcool amylique (exempt de furfurol) et d'acide sulfurique, on le chauffe à 90° C. jusqu'à ce qu'il se produise quelques vapeurs; le liquide, qui a pris une teinte vert rougeâtre, est mis à refroidir. Les bons papiers mouillés avec ce liquide prennent une couleur rouge ou violette. Un papier renfermant de la fibre de bois prendra une teinte verte qui passera au bleu. Ces teintes se produisent plus rapidement si l'échantillon que l'on essaie est modérément chauffé dans un courant d'air.

Les papiers qui sont préparés avec un excès de sel d'argent doivent être d'une pâte très pure et doivent être surtout exempts de particules métalliques. On constate quelquefois dans les papiers des taches circulaires blanches, au centre desquelles on remarque un point noir : il est impossible, malgré les progrès réalisés dans la papeterie, d'éviter d'une manière absolue la présence de ces points métalliques.

La proportion de sel d'argent qui existe à la surface d'une feuille de papier sensibilisé est extrêmement variable. M. L. Backeland détermine

avec une très grande précision ces quantités d'argent en opérant par voie électrolytique et pesant l'argent qui se dépose sur la cathode de platine[1]. Comme les papiers photographiques contiennent rarement des métaux denses autres que l'argent, il y a très peu de chances d'erreur dans cette détermination. Pour l'examen d'un produit inconnu, on devra préalablement procéder à une analyse qualitative de façon à s'assurer qu'aucun métal autre que l'argent ne se déposera sur la cathode.

1887. Papier salé. — On peut préparer un papier sensible se conservant bien d'après la formule suivante : du papier Watmann uni ou à gros grains est immergé dans une solution contenant 7 gr. 5 de chlorure de sodium pur, 5 grammes de chlorure d'ammonium, 0 gr. 20 de bichromate de potasse et 600 c. c. d'eau. Lorsque le papier est sec, on le sensibilise à l'aide d'un bain de 20 grammes de nitrate d'argent, 7 grammes d'acide citrique et 600 c. c. d'eau. On laisse flotter le papier pendant deux minutes sur ce bain et on le fait sécher dans l'obscurité. L'impression se fait au châssis-presse et l'intensité de l'image doit être plus forte que celle qui est nécessaire. Après impression, on lave jusqu'à ce que la teinte jaune ait disparu ; on vire à l'aide d'un bain ordinaire de moyenne concentration, on lave pour enlever l'excès de bain d'or et l'on fixe dans un bain d'hyposulfite de soude à 10 %. Si le papier est épais, le lavage final doit être fait avec le plus grand soin.

L'emploi du bichromate permet de conserver assez bien le papier. On peut aussi, comme l'a recommandé M. Namias, utiliser l'acide oxalique. Un papier salé, sensibilisé sur un bain d'argent à 10 % est plongé dans une dissolution aqueuse d'acide oxalique à 5 %, ou mieux, après le séchage qui suit la sensibilisation, dans un bain contenant 20 grammes d'acide oxalique et 40 grammes d'acide citrique pour un litre d'eau. L'immersion est prolongée pendant une minute ; on retire le papier, on enlève l'excès de liquide avec un buvard et on fait sécher. Ce papier se conserve blanc pendant fort longtemps et les épreuves dont le tirage doit être poussé assez loin peuvent être virées comme celles obtenues sur les papiers mats émulsionnés. Pour activer le tirage, on peut soumettre le papier à l'action des vapeurs ammoniacales avant de l'exposer sous le négatif. Il est bon de plonger les images avant le virage dans une solution de sel commun, de façon à éliminer par rinçage préalable les acides oxalique et citrique ainsi que le nitrate d'argent qui pourraient détériorer les bains.

1888. Papiers de grande sensibilité. — Les papiers destinés à fournir des épreuves par noircissement direct sont, en général, peu sensibles. M. Grieshaber prépare, sous le nom de papier *Bromyl*, un papier au bromure d'argent émulsionné dans la gélatine et préparé sous un état particulier rendant très rapide son noircissement direct ; sa grande sensibilité exige quelques précautions pour les manipulations préalables qui doivent être effectuées en lumière très atténuée.

Presque tous les papiers sensibles contiennent un excès de sel d'argent soluble qui provoque des taches au contact de l'hyposulfite de soude et qui

1. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1903, p. 543.

est un obstacle à la conservation de ces papiers; ils ont aussi le défaut de donner des épreuves manquant de demi-teintes, principalement quand les négatifs employés sont un peu trop intenses.

MM. Lumière ont évité ces inconvénients et ont constaté l'heureux effet de l'introduction dans les émulsions des phénols et des polyphénols et en particulier de la résorcine; certains sels minéraux, tels que les nitrites, les sels manganeux agissent de la même façon. Ces recherches les ont conduits à la fabrication d'un nouveau papier à noircissement direct, dénommé *Actinos,* et qui ne renferme pas de sels d'argent soluble. Ce papier se conserve indéfiniment, ne tache pas les négatifs, ne donne pas de taches jaunes par le bain d'hyposulfite de soude, permet le tirage de toute espèce de négatifs heurtés ou normaux, se vire avec tous les bains et donne les tonalités les plus variées; on le traite comme tous les papiers, c'est-à-dire lavant après insolation et virant par un bain de virage acide à l'or ou au platine, suivi d'un fixage à l'hyposulfite de soude à 15 %. Le virage-fixage donne des épreuves dont le ton varie du jaune sépia au brun noir.

Le papier noir mat, marque H de la même maison, donne des tons noirs veloutés ; cette teinte noire s'obtient par virage au borax ; sans virage, ou en abaissant à quelques secondes la durée d'action du bain de virage fixage, on obtient des teintes sépia ou sanguine.

Le bichromate de potasse incorporé dans l'émulsion des papiers aux sels d'argent à image apparente allonge la durée de l'impression lumineuse et permet d'obtenir des images ayant des contrastes d'autant plus accusés que la sensibilité du papier est moindre. On trouve dans le commerce un papier, brillant ou mat, à couche de celloïdine, coloré en orangé et vendu sous le nom de papier *Rembrandt.* Chaque pochette renferme trois variétés de papier : l'une pour négatifs un peu faibles, l'autre pour négatifs faibles ou voilés, la troisième donnant une image très vigoureuse sous des négatifs qu'il est impossible d'imprimer par d'autres procédés. Ces papiers « de secours » permettent d'utiliser directement pour l'impression les négatifs très médiocres ou même franchement mauvais.

M. le Dr Reiss [1] a donné la formule de préparation d'un papier pouvant fournir des effets artistiques intéressants. L'émulsion sensible se prépare en pulvérisant 100 grammes de gomme arabique extra qu'il fait dissoudre dans 100 c. c. d'eau; 3 c. c. d'acide acétique cristallisable sont

1. *Bulletin de la Société française de photographie,* 1904, p. 525.

ajoutés à ce mucilage ; on broie au pilon et on ajoute en lumière jaune 1 gramme de nitrate d'argent dissous dans 3 c. c. d'eau distillée ; on broie jusqu'à mélange homogène et on étend sur papier fortement encollé tel que le Canson pour lavis. L'étendage et le séchage doivent être faits rapidement. Le papier ne se conserve que peu de temps. Après l'impression à la lumière (l'intensité qui doit être un peu plus vigoureuse que celle de l'image terminée), on lave et on fixe à l'hyposulfite à 2 % ; la teinte jaune obtenue peut être modifiée par virage. Au lieu de gomme, on peut aussi utiliser l'arrow-root.

1889. Positifs surexposés au châssis-presse. Développement local. — Les images positives qui ont été surexposées au châssis-presse sont lavées dans une eau n'ayant pas servi à dégorger d'autres épreuves, puis plongées dans une dissolution de 50 grammes d'iodure de potassium par litre d'eau. Sous l'influence de l'air, l'image tend insensiblement à disparaître. On arrête l'action rongeante de l'iodure en plongeant le papier dans l'eau ; au besoin, on renouvelle plusieurs fois l'action de ce bain : l'affaiblissement obtenu, on plonge le papier dans une grande cuvette pleine d'eau ; les lavages doivent être complets avant de soumettre l'épreuve à l'action du virage.

Ce moyen permet de *dépouiller localement* les épreuves aux sels d'argent. On utilise des procédés analogues à ceux que l'on met en œuvre pour le dépouillement des images à la gomme bichromatée. Au sortir du châssis-presse, l'épreuve, bien lavée, est placée sur une feuille de verre ; à l'aide de papier buvard, on enlève l'excès d'eau et, au moyen d'un pinceau imprégné de solution d'iodure de potassium plus ou moins concentrée, on agit localement sur les parties que l'on veut éclaircir ; quand la dissolution a agi, on arrête son action par un courant d'eau énergique ; on peut ainsi réaliser certains effets que l'on considère à tort comme appartenant aux seuls procédés par dépouillement. L'emploi de la solution d'iodure de potassium permet de blanchir complètement les noirs ; cette propriété peut être utilisée pour écrire le titre d'une épreuve.

1890. Bains continuateurs. — Les photogrammes insuffisamment imprimés peuvent être amenés à une intensité suffisante par l'emploi de bains continuateurs de l'action de la lumière. Ces bains permettent d'obtenir des épreuves sur papier au gélatino ou au collodio-chlorure d'argent par exposition très courte au châssis-presse : il suffit d'imprimer jusqu'à ce que les grandes ombres soient bien indiquées. On lave dans trois ou quatre eaux ; l'on immerge l'épreuve dans le révélateur ; quand l'intensité est suffisante, on lave, on vire et on fixe par les procédés usuels. Une des meilleures formules à employer est celle qu'a fait connaître la maison Lumière : le bain concentré se prépare avec 250 c. c. d'eau, 10 grammes d'hydroquinone, 25 grammes de formosulfite et 1 gramme de bromure de potassium. Ce révélateur concentré peut être étendu de moitié d'eau pour

obtenir des tons bruns ou de huit fois son volume d'eau et même plus pour obtenir des tons rosés. Dans ce cas, l'insolation doit être assez fortement prolongée; un révélateur concentré et une exposition assez courte donnent une image d'un ton verdâtre, tandis qu'une longue exposition et une forte dilution du révélateur permettent d'obtenir des tons sépia. Dans ce dernier cas, le développement peut durer près d'une demi-heure par température moyenne.

Pour obtenir des images ayant des blancs très purs, il est essentiel d'employer du papier n'ayant pas subi la moindre impression lumineuse. On peut obtenir les teintes les plus variées et faire virer l'épreuve à l'aide des bains d'or ou de platine pourvu qu'elle soit bien débarrassée des substances révélatrices.

Quand on est obligé d'imprimer une image sur papier préparé au citrate ou sur papier de ce genre, le mieux est d'exposer le châssis à la lumière du jour; au besoin, on opérera avec la lumière du magnésium. Il suffit de faire brûler devant le châssis-presse, à une distance d'environ 15 centimètres, un ruban de magnésium ; il en faudra une quantité plus ou moins longue, suivant le degré d'opacité du négatif; en moyenne de 30 à 50 centimètres suffiront pour donner sur le papier au citrate une impression faible mais distincte; il ne reste plus alors qu'à développer cette image pour lui donner l'intensité voulue[1].

Les papiers aristotypes peuvent être développés à l'aide d'un bain de pyrocatéchine. On fait dissoudre 20 grammes de pyrocatéchine dans 400 c. c. d'eau et 100 grammes d'acétate de soude dans 500 c. c. d'eau; l'épreuve, faiblement imprimée au châssis-presse, est plongée dans un bain contenant 10 c. c. de la première solution, 10 c. c. de la seconde et 80 c. c. d'eau : on obtient rapidement l'intensité désirée. On lave à fond pour arrêter le développement et on fixe dans un bain de virage-fixage.

Le révélateur au métol permet d'obtenir des blancs très purs si l'on opère suivant la formule donnée par M. Schnauss[2]. On prépare une solution alcoolique de métol à 10 %, et pour développer une image, on ajoute 1 c. c. de cette solution et 5 gouttes d'acide acétique cristallisable à 100 c. c. d'eau. L'épreuve, légèrement lavée, est plongée dans ce bain de développement.

Au lieu de métol, on peut utiliser l'acide pyrogallique, comme l'a indiqué M. Maës. Le bain se prépare avec 1 gramme d'acide pyrogallique dissous dans 40 c. c. d'eau avec 6 grammes d'acétate de plomb et 60 gouttes d'acide acétique cristallisable. Le papier doit être imprimé très légèrement et manipulé à l'abri d'une vive lumière si l'on veut obtenir des blancs très purs.

1. *Camera Notes*, juin 1904. — 2. *Phot. Rundschau*, 1904.

Avec quelques précautions, on peut produire des teintes très variées grâce à l'emploi du bichromate de potassium dans le bain de développement : grâce à lui, et avec certains papiers, il suffit d'insoler sous le négatif, pendant le centième du temps nécessaire pour l'obtention de l'image par noircissement direct; on accroît en même temps, dans une forte mesure, la puissance réductrice du révélateur, et on peut ainsi ajouter de fortes doses d'acide qui arrêteraient le développement. On fait une dissolution A) de 100 grammes de bichromate de potasse dans 1 litre d'eau; on prépare une solution B) de 1 gr. 05 d'acide pyrogallique dans 1 litre d'eau; une troisième solution C) contient 200 grammes d'acide citrique dans 1 litre d'eau. Le bichromate a tendance à donner des tons verts ou jaunes s'il est en grand excès; l'acide citrique donne des tons rouges, l'acide pyrogallique des tons bleus. Les tons verts s'obtiennent en opérant rapidement : l'épreuve séjourne cinq à six secondes dans le bain de bichromate acidifié par l'acide citrique; on l'égoutte rapidement et on la fait passer sans lavages dans le bain d'acide pyrogallique employé en quantité strictement nécessaire pour couvrir l'épreuve; le développement s'achève dans ce bain. Pour les tons verts, on emploie 25 c. c. d'eau, 3 gouttes de A) et au plus 8 gouttes de C). Les tons noir-bleu s'obtiennent avec 25 c. c. d'eau, 1 à 2 gouttes de A), 5 gouttes de C). Les bruns-rouges s'obtiennent avec 25 c. c. d'eau, 1 goutte de A) et 15 gouttes de C); enfin on emploie 25 c. c. d'eau, 1 goutte de A) et 3 gouttes de C) pour le ton rouge-cerise. Après l'action de ces bains, qui ne doit être prolongée que pendant cinq à six secondes, on place l'épreuve dans une cuvette contenant 25 c. c. de solution pyrogallique B); on peut aussi placer l'épreuve sur un verre et la développer avec un tampon d'ouate imbibé d'acide pyrogallique. Au sortir du bain de développement, on lave l'épreuve à l'eau pure, on la fait passer pendant quelques instants dans une solution de sulfite de soude à 10 %, on lave et on fixe comme à l'ordinaire ; après fixage, on peut employer un bain de virage-fixage[1].

Les papiers au gélatino et au collodio-chlorure peuvent être développés avec 2 c. c. de solution de paramidophénol à 7 %, 10 c. c. de solution d'acétate de soude pur à 20 %, 1 c. c. de solution d'acide citrique à 10 % et 50 c. c. d'eau. Au sortir du châssis-presse, l'épreuve doit montrer les grandes ombres; on lave à deux ou trois eaux et l'on développe avec le mélange ci-dessus. Le papier au gélatino-chlorure d'argent peut être facilement viré par l'emploi des virages ordinaires.

Il existe dans le commerce un très grand nombre de bains préparés pour le développement des papiers à noircissement direct; les préparations de MM. Mercier, Reeb, Lumière, etc., permettent d'obtenir des images à teintes très variées.

1891. Virages. — Le bain d'or à la sulfo-urée préconisé par M. Hélain[2] se prépare en faisant dissoudre 50 centigrammes d'acide tartrique dans 40 c. c. de solution à 2 % de sulfo-urée; dans ce liquide, on verse lentement en agitant 50 c. c. d'une solution de chlorure d'or à 1 %; on obtient

1. *La Photographie*, 1905, p. 22. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 224.

ainsi un liquide limpide auquel on ajoute 20 grammes de sel marin et le complément d'eau (500 c. c. à 2 litres, suivant la saison) nécessaire pour obtenir le bain de virage. Les lavages doivent être très soignés avant et après le virage, et tous les sels d'argent doivent être transformés en chlorure par le passage dans un bain d'eau salée; ceci est important et ne doit pas être négligé surtout si le papier a été soumis à l'action des fumigations ammoniacales avant l'impression. Le bain de virage à la sulfo-urée exerce uniformément son action sur toutes les parties de l'image, le ton des ombres se modifiant en même temps que celui des demi-teintes.

On peut obtenir des tons rouge sépia sur papier au gélatino-chlorure en faisant dissoudre dans 500 c. c. d'eau bouillante 18 grammes de tungstate de soude et 1 gramme de chlorure d'or; la dissolution se fait à chaud et on emploie le bain dès qu'il est froid. On mélange une partie de ce bain avec 7 parties d'eau : les épreuves passent rapidement à la teinte rouge sépia; on fixe dans un bain d'hyposulfite et de sulfite de soude.

Les bains de virage au sulfocyanure contiennent presque toujours un trop grand excès de ce sel. M. Lainer [1] prépare ce bain à l'aide de trois dissolutions : A) solution de sulfocyanure d'ammonium à 10 %; B) solution de chlorure d'or et de potassium à 1 %; C) solution de nitrate de plomb à 15 %. Pour l'usage, on mélange dans l'ordre suivant : 1 litre d'eau, 25 c. c. de A), 25 c. c. de B), puis 50 c. c. de C); on laisse déposer, on filtre et on plonge dans ce bain les épreuves privées de sels d'argent solubles.

M. Maes [2] a recommandé l'emploi du phosphate de soude dans les bains de virage. On dissout 1 gramme de chlorure d'or brun dans 500 c. c. d'eau distillée; d'autre part, on fait dissoudre 1 gramme de phosphate tribasique de soude dans 200 c. c. d'eau; quand ce sel est dissous, on ajoute, en remuant constamment, 40 c. c. de la solution d'or; on utilise ce bain quand il est décoloré; on le fait agir sur les épreuves bien lavées. L'addition de chlorures aux bains de virage empêche la précipitation de l'or, mais ralentit l'action du bain; il vaut mieux passer les épreuves dans un bain de chlorure de sodium avant le virage.

Les bains d'or doivent être complètement décolorés au moment de leur emploi. On obtient cette décoloration en laissant la dissolution de 1 gramme de chlorure d'or au contact de 5 grammes de craie en poudre. Au lieu de craie [3], on peut utiliser 1 gramme de carbonate de soude cristallisé, ou 2 décigrammes de potasse caustique, ou 20 grammes de phosphate de soude, ou 20 grammes de borax, ou 20 grammes d'acétate de soude cristallisé. La décoloration se fait d'autant plus vite que le produit est plus alcalin, mais la conservation du bain est moins assurée.

Lorsque l'on utilise le platine pour le virage des épreuves, il faut éviter l'action des sels d'argent solubles sous peine d'obtenir une coloration jaune peu agréable, par suite de la production de chloroplatinite d'argent; il faut donc éliminer ces sels d'argent solubles par immersion de l'épreuve dans une solution de chlorure de sodium. Avant de procéder au virage, on plonge les épreuves dans une dissolution de bicarbonate de soude. Cette précaution devra être répétée avant le fixage pour éviter la formation des composés

1. *Phot. Correspondenz*, 1903. — 2. *Journal de photographie pratique*, 1903. — 3. *La Revue de photographie*, 1904, p. 339.

nuisibles d'hyposulfite et d'argent qui se produisent en présence de faibles quantités d'acide libre[1].

Le virage au platine, combiné avec le virage à l'or, permet d'obtenir de très belles teintes. M. Namias[2] a conseillé l'emploi d'un bain contenant 1 gramme de chloroplatinite de potassium, 5 grammes d'acide chlorhydrique pur, 10 grammes d'acide oxalique cristallisé et 1 litre d'eau. Le bain ainsi constitué est plus actif que celui préparé avec l'acide phosphorique.

Les bains de virage au chlorure de palladium se décomposent parfois assez vite et provoquent la formation de taches jaunes. On évite cet insuccès en utilisant, pour les tons noirs ou bruns, un bain contenant 1 gramme de chlorure de palladium et de potassium, 10 grammes de chlorure de sodium, 10 grammes d'acide citrique et 2 litres d'eau. Pour obtenir les tons brun rouge, on emploiera 1 gramme de chlorure de palladium et de potassium, 10 grammes de molybdate d'ammoniaque, 10 grammes d'acide citrique et 2 litres et demi d'eau. L'acide citrique s'oppose à la décomposition trop rapide du sel de palladium.

MM. Lumière frères et Seyewetz[3] ont obtenu des épreuves colorées en vert en les traitant successivement par un premier bain de ferricyanure de potassium additionné de nitrate de plomb, puis par une solution de chlorure de cobalt en liqueur fortement acidulée par l'acide chlorhydrique. L'épreuve n'est soumise à l'action du deuxième bain qu'après avoir été lavée convenablement pour en éliminer toute trace de réactif provenant du premier. On immerge d'abord l'épreuve dans un bain contenant 60 grammes de ferricyanure de potassium et 40 grammes de nitrate de plomb pour 1 litre d'eau. Il faut traiter des images très fortement imprimées si l'on veut obtenir des tons verts vigoureux; l'épreuve reste dans ce bain jusqu'à blanchissement complet; on lave à fond pour éviter les taches qui se produiraient dans le deuxième bain s'il restait dans la couche des sels du premier. On plonge alors l'épreuve dans un bain de 100 grammes de chlorure de cobalt, 300 c. c. d'acide chlorhydrique et 1 litre d'eau : elle prend immédiatement un ton vert très brillant, sans coloration des blancs; on lave ensuite pour éliminer l'excès de réactif; la constitution des images ainsi virées est incertaine.

Les images virées à l'urane renferment de l'uranium, du fer, de l'argent et une petite quantité de potassium. Celles virées au cuivre contiennent du cuivre, du fer, de l'argent, une petite quantité de potassium et une notable proportion de chlorure d'argent libre[4].

M. Lemaire a observé que l'altération des épreuves à l'argent virées au ferrocyanure d'urane est due à l'action de l'air sur le ferrocyanure d'argent restant. Cette détérioration cesse de se produire si l'on protège l'argent par un verre; elle n'a pas lieu si le ferrocyanure d'argent est éliminé par un réactif approprié. On l'évite en plongeant les épreuves dans une solution de 1 gramme de carbonate de soude pour un litre d'eau; on prolonge l'immersion pendant cinq minutes et le ferrocyanure d'argent est transformé en carbonate d'argent. L'image, traitée ensuite par l'acide nitrique faible (5 c. c d'acide pour un litre d'eau), donne du nitrate d'argent, que l'on éli-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1905, p. 88. — 2. *Ibid.*, 1903, p. 440. — 3. *Ibid.*, 1905, p. 76. — 4. *Ibid.*, 1905, p. 83.

mine par les lavages ; les épreuves ainsi préparées sont stables et les blancs sont purs.

1892. Fixage. — MM. Lumière frères et Seyewetz ont étudié les moyens permettant d'insolubiliser la couche gélatinée des plaques ou des papiers photographiques dans le bain de fixage. Cette insolubilisation pent être faite par le formol ou le formosulfite, ou encore par les aluns d'alumine et de chrome. Les premiers de ces composés contractent la gélatine qui peut abandonner le verre ; avec les seconds, il peut se produire des dépôts de soufre qui provoquent des sulfurations ultérieures irrémédiables. Ils ont constaté que la meilleure insolubilisation pour la plus petite quantité d'alun s'obtient avec 0 gr. 5 d'alun de chrome ou bien avec 1 gr. 5 d'alun ordinaire pour 100 c. c. de solution d'hyposulfite de soude à 15 %.

Ils ont reconnu que la quantité de bisulfite de sodium que l'on peut ajouter au bain de fixage ne doit pas dépasser 10 à 15 c. c. de bisulfite commercial par litre d'hyposulfite de sodium à 15 % renfermant 5 grammes d'alun de chrome. Au-dessus de cette quantité, l'insolubilisation n'est pas aussi complète ; elle est même totalement détruite par un excès de bisulfite.

L'addition de bisulfite de sodium dans les bains de fixage empêche la décomposition habituelle que subit l'hyposulfite de sodium en présence des sels de chrome et d'alumine et permet l'addition de ces composés dans le bain de fixage sans qu'on ait à craindre la sulfuration habituelle des phototypes.

L'insolubilisation des couches gélatinées obtenues dans le bain de fixage en ajoutant à celui-ci de l'alun de chrome n'est pas modifiée par addition d'une faible quantité de bisulfite de sodium, mais est détruite si cette quantité est trop forte.

Les proportions d'alun de chrome et de bisulfite les plus favorables à employer dans le bain de fixage pour plaques et pour papier sont 5 grammes d'alun de chrome et 10 à 15 c. c. de bisulfite de sodium commercial pour un litre d'hyposulfite à 15 %.

Les couches gélatinées ainsi insolubilisées dans le fixage abandonnent, par lavage, l'hyposulfite qui les imprègne aussi rapidement que les couches non insolubilisées. Elles peuvent subir, aussi facilement que ces dernières, les traitements habituels des plaques et donnent même plus difficilement naissance au voile dichroïque ; enfin, elles peuvent être lavées sans inconvénient à l'eau chaude et séchées rapidement sur une flamme.

L'addition de chlorure stannique à une solution d'un sel d'or ou de platine faciliterait l'action du virage, d'après M. Stoïcescou, et accélérerait l'opération tout en permettant d'obtenir des teintes très variées. On prépare une solution de réserve avec 1 litre d'eau, 320 grammes de chlorure stannique fumant, 3 grammes d'acide citrique, 64 grammes de carbonate de soude cristallisé et 28 grammes de chlorure d'ammonium. Pour obtenir des tons chauds, on mélange 100 c. c. d'eau distillée, 5 c. c. de solution de réserve, 2 à 5 grammes de solution de chlorure d'or à 1 p. 100, 20 grammes de chlorure de sodium. Ce bain agit très rapidement; l'opération dure de deux à quarante-cinq secondes. On fixe dans un bain de 100 c. c. d'eau, 20 grammes d'hyposulfite de soude, 20 grammes de chlorure de sodium; avant le fixage, on doit éliminer toute trace de chlorure stannique par des lavages abondants. On obtient des tons vifs en préparant le bain avec 100 c. c. d'eau distillée, 10 c. c. de solution de réserve, 10 à 20 c. c. de solution de chlorure d'or à 1 p. 100, 2 c. c. de solution d'acide gallique à 1 p. 100. La durée d'action de ce bain est de dix minutes à une heure. Par suite de l'acidité du sel d'étain, on doit éviter absolument son mélange avec l'hyposulfite de soude.

D'après le Dr Namias[1], le sulfure de plomb se formerait sur l'image photographique en même temps que du sulfure d'argent, ce qui provoque la formation d'un peu de sulfure d'or sur l'image; ce sulfure contribue à donner une teinte beaucoup plus noire et assez stable.

1893. Virage-fixage. — MM. Lumière et Seyewetz ont étudié les procédés permettant d'employer les aluns d'alumine et de chrome dans les bains de virage-fixage combinés, substances utilisées pour tanner la couche de gélatine des papiers. Ils ont mis à profit la propriété que possède le bisulfite de sodium de rendre pratiquement négligeable la décomposition de l'hyposulfite de sodium par l'alun pour préparer à froid des viro-fixateurs. Ils ont constaté que la plus grande quantité de bisulfite de sodium que l'on peut introduire dans le viro-fixateur (renfermant 40 grammes d'alun par litre), sans nuire au virage, est d'environ 10 c. c. de bisulfite commercial par litre, soit 1 %; au-dessus de cette quantité, on ne peut pas pousser le virage aussi loin qu'avec le viro-fixateur ordinaire et la durée du virage augmente beaucoup avec la quantité de bisulfite.

La meilleure formule de bain est celle dans laquelle on utilise un litre d'eau, 250 grammes d'hyposulfite de sodium, 10 c. c. de bisulfite de sodium commercial liquide, 2 grammes d'acétate de plomb, 40 grammes d'alun ordinaire et 60 c. c. d'une solution de chlorure d'or à 1 %. On peut remplacer le mélange d'hyposulfite et de bisulfite de sodium de cette formule par 200 grammes d'hyposulfite de

1. *Congrès de chimie appliquée*, Berlin, 1903, t. IV, p. 327.

sodium acide et anhydre. Dans cette solution, les épreuves virent un peu plus lentement que dans le viro-fixateur ordinaire, mais on évite les ampoules, et la couche gélatinée des papiers résiste sans fondre à une température voisine de 80°. De plus, le bain se conserve sensiblement limpide. L'alun de chrome produit une insolubilisation moins complète que l'alun ordinaire, contrairement à ce que l'on constate avec l'hyposulfite de sodium seul.

Une solution de formosulfite à 1 % produit une assez bonne insolubilisation de la gélatine des épreuves sur papier; le mélange de trioxyméthylène et de bisulfite alcalin dans la préparation des bains de virage ou de virage-fixage présente certains avantages [1] : la réaction est alcaline et la décomposition de l'hyposulfite de soude n'a pas lieu comme avec des virages acides; il ne se produit pas de précipité de soufre. Les bains de virage-fixage restent constamment limpides, tandis qu'ils se troublent presque toujours par l'emploi de l'alun. Si l'on veut rendre la couche insoluble en traitant par l'alun après virage ou virage-fixage, il y a dépôt de soufre dans la couche et altération possible de l'image. On n'a pas à craindre cette altération par l'emploi du formol, par suite de la réaction alcaline des solutions aqueuses de cette substance.

MM. Lumière frères et Seyewetz [2] ont étudié les réactions qui se produisent dans les bains de virage-fixage combinés des épreuves sur papier au chlorocitrate d'argent; les bains renferment du sulfate d'alumine, du sulfate de soude, du chlorure de sodium, de l'acétate d'alumine, de l'acétate de potasse et de soude, de l'hyposulfite d'or et de soude, de l'hyposulfite double de soude et de plomb, du bisulfite de soude, du sulfure acide de sodium et du pentathionate de soude. L'hyposulfite de soude n'a pas seulement pour rôle de dissoudre le chlorure d'argent; on peut supposer qu'il agit aussi sur le sel d'or et sur le sel de plomb pour donner des hyposulfites doubles qui deviennent les agents actifs du virage; le plomb de l'hyposulfite double de plomb et de soude est déplacé par l'argent, et l'or se dépose ensuite sur l'image à la faveur de ce plomb : ce fait a été vérifié. De tous les métaux, le plomb est celui qui donne les meilleurs résultats. L'analyse des images virées dans le virage-fixage tend à montrer que le plomb n'entre pas dans leur composition. En dissolvant l'alun et l'hyposulfite de soude dans l'eau bouillante, on obtient l'acide pentathionique qui favorise l'action du virage-fixage. Si l'on ajoute un excès d'acide au virage-fixage exempt de plomb, on obtient un virage aussi rapide que le virage-fixage au plomb : ce fait est probablement dû à la formation d'acide pentathionique.

Si l'on supprime l'or du viro-fixateur et si l'on y laisse le sel de plomb en employant l'acide pentathionique à la place de l'alun, on obtient un mélange qui vire assez bien; les mêmes résultats peuvent être obtenus à l'aide de pentathianate de plomb. On sature par du carbonate de plomb une

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 137. — 2. *Ibid.*, 1902, p. 369.

solution d'acide pentathionique à 10° B.; à un litre de cette liqueur, on ajoute 250 grammes d'hyposulfite de soude cristallisé et on agite jusqu'à dissolution des cristaux. Les épreuves virées à l'aide de ce bain ne paraissent pas s'altérer sensiblement plus dans l'air humide que celles traitées par les virages à l'or et au plomb si l'hyposulfite de soude a été bien éliminé par les eaux de lavage. Les divers thionates de plomb agissent moins bien que le pentathionate de plomb[1].

1894. Lavage des épreuves. — MM. Lumière frères et Seyewetz ont montré[2] que les lavages en eau courante habituellement employés pour éliminer l'hyposulfite de soude ne sont pas efficaces: la plus grande partie de l'eau est consommée inutilement. Pour effectuer le lavage complet d'une série de dix épreuves, il convient d'immerger les épreuves sept fois successivement, pendant cinq minutes chaque fois, dans une cuvette 30×40 contenant environ un litre d'eau pour chaque lavage. Avoir soin de bien agiter les épreuves pour éviter qu'elles ne se collent entre elles. Après chaque traitement, placer les épreuves les unes sur les autres dans une cuvette 13×18, l'image tournée vers le fond de la cuvette, faire écouler l'eau d'égouttage, presser fortement les épreuves avec la main en faisant écouler le liquide ainsi exprimé, humecter à nouveau les épreuves avec une petite quantité d'eau, les soumettre à une nouvelle pression entre deux feuilles de buvard en les plaçant les unes à côté des autres. Pour rendre plus efficace la pression entre les doubles de papier, il sera avantageux de faire usage d'un rouleau ou d'un battoir.

L'élimination rapide de l'hyposulfite de soude peut être réalisée en utilisant les corps oxydants, tels que le thioxydant Lumière, le boroxylithe (perborate), le permanganate de potassium à la dose de 1 gramme par litre, récemment recommandé par M. Pearse[3]. On place l'épreuve sur une glace et on fait couler lentement à sa surface la dissolution de permanganate jusqu'à ce que la décoloration cesse de se produire.

1895. Altération des images. — M. Léo Backeland admet que l'altération des images sur papier préparé à l'aide des sels d'argent se produit par l'*argent retenu*, composé insoluble, distribué d'une façon uniforme dans les pellicules de gélatine, aussi bien dans les blancs que dans les noirs de l'image, et qui est entièrement indépendant de l'argent métallique

1. *Bulletin de la Société française de photographie*: p. 508. — 2. *Ibid.*, 1902, p. 251. — 3. *Photo-Gazette*, 1904, p. 155.

dans l'image à l'argent[1]. On reconnaît l'argent retenu en touchant la surface blanche de l'image avec du sulfure d'ammonium : il se produit immédiatement une coloration noirâtre.

MM. Lumière frères et Seyewetz[2] ont constaté que la cause de l'altération principale des épreuves au chlorocitrate d'argent est la présence de l'hyposulfite de soude incomplètement éliminée. L'altération ne se produit qu'en présence de l'humidité. L'altération se constate dans les images virées à l'or renfermant de l'hyposulfite de soude, même si le virage a eu lieu dans un milieu neutre comme dans l'opération où le virage et le fixage sont séparés; l'altération se produit avec la même facilité que par l'emploi des viro-fixateurs. L'absence de toute trace d'hyposulfite de soude dans l'épreuve est une garantie de sa conservation dans l'air humide, même si l'image ne renferme pas d'or et si elle est constituée par du sulfate d'argent, de l'argent seul ou de l'argent et du plomb. L'aspect jaunâtre des épreuves altérées ne paraît donc pas dû à la présence du sulfure de plomb, mais peut-être à celle du soufre très divisé, provenant de la décomposition lente de l'hyposulfite de soude. Le moyen d'éviter l'altération des épreuves consiste à éliminer complètement l'hyposulfite de soude.

Comme l'a fait observer M. d'Hoy[3], les acides que renferment le papier, l'alun, etc., provoquent la décomposition de l'hyposulfite de soude : il faut donc laver soigneusement les épreuves avant et après les opérations du virage et celles du fixage.

M. Liesegang[4] a fait observer que les épreuves à tons chauds sont moins stables que les épreuves noires. Si l'on arrive à augmenter la profondeur des images, la stabilité doit augmenter aussi. On a conservé pendant plus de quarante ans des épreuves tirées d'après des négatifs au collodion humide et virées à l'aide d'un bain d'hyposulfite fraîchement acidulé; certaines de ces épreuves ont été obtenues par développement physique.

1896. Tirage des positives en positives. — On peut obtenir des épreuves positives sur papier en utilisant comme phototypes des positifs. On expose à la lumière une feuille de papier à la celloïdine jusqu'à noircissement, on la fait ensuite tremper pendant une dizaine de minutes dans une solution contenant 5 grammes d'iodure de cadmium, 2 grammes d'iodure d'ammonium et 2 grammes de borax, on essore entre deux feuilles de buvard, on fait sécher et on expose ensuite le papier ainsi préparé sous un positif, jusqu'à ce que les parties transparentes soient redevenues blanches; on lave à l'eau pure, on fixe comme d'ordinaire, on lave et on fait sécher. Si l'image sous laquelle on expose le papier est colorée, on obtient plus ou moins exactement les couleurs complémenaires de celles de l'image. On peut aussi utiliser un bain contenant 15 c. c. d'eau, 1 gramme d'iodure de cadmium et quelques gouttes d'acide chlorhydrique.

1897. Retouche. — La retouche des épreuves sur papier albuminé est quelquefois difficile, même en utilisant les couleurs spéciales que l'on

1. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1903, p. 531. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 508. — 3. *Photo-Gazette*, 1902, p. 243. — 4. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1904, p. 519.

trouve dans le commerce. On peut faciliter l'opération en faisant dissoudre 33 grammes de gomme arabique dans 100 c. c. d'eau, on ajoute 13 c. c. d'alcool, 3 c. c. de glycérine, 5 grammes de noix de galles, puis une quantité suffisante de couleur identique à celle de l'epreuve. Cette mixture s'applique facilement sur le papier; on laisse sécher et on satine à chaud.

§ 2. — PHOTOGRAMMES PAR DÉVELOPPEMENT.

1898. Préparation du papier. — On peut facilement obtenir un papier sensible en le faisant flotter sur un bain préparé en faisant dissoudre à chaud 1 gramme de gélatine dans 100 c. c. d'eau et mélangeant la dissolution avec 100 c. c. d'eau contenant 2 grammes de chlorure d'ammonium, 8 grammes de bromure de potassium, 3 grammes d'acide citrique et 3 grammes de carbonate de soude cristallisé. Le papier est mis à flotter sur ce bain pendant deux minutes; on le sensibilise dans l'obscurité en faisant flotter le coté préparé sur un bain composé de 200 c. c. d'eau, 20 grammes de nitrate d'argent et 2 grammes d'acide tartrique; le bain doit être filtré au moment de l'utiliser. On fait sécher dans l'obscurité et on imprime à la lumière diffuse jusqu'à silhouettage de l'image. Le développement s'effectue avec une solution saturée d'acide gallique et quelques gouttes d'acide acétique[1].

La préparation des cartes postales sensibles peut s'effectuer en appliquant d'abord sur la partie à impressionner un encollage formé de 120 c. c. d'eau bouillante, 2 gr. 5 d'arrow-root, 9 gramme de bromure de potassium; quand la couche est sèche, on la sensibilise sur un bain de nitrate d'argent à 5 %, on expose à la lumière, on lave à l'eau salée et on développe dans une solution de rodinal au 40e ou dans tout autre bain de développement; on fixe comme à l'ordinaire.

M. L. Backelandt a insisté sur les avantages que présente l'emploi de l'air sec et froid dans les salles de séchage où l'on prépare le papier au gélatino-bromure d'argent; il faut cependant éviter l'emploi de l'air trop sec, car le papier peut alors se charger d'électricité et donner de longues et nombreuses étincelles qui peuvent causer le voile de la couche [2]. Les frottements, les pressions à la surface des papiers peuvent donner lieu à des taches. Les usines Schering ont proposé d'éviter cet insuccès en coulant sur le papier préparé une couche mince, transparente, soluble dans l'eau, qui disparaît dès l'immersion dans les bains. On peut notamment étendre sur le papier une solution de dextrine à 5 %.

Il existe dans le commerce un très grand nombre de papiers préparés à l'aide d'une émulsion au gélatino-bromure d'argent. La maison Lumière livre une grande variété de ces papiers : A) mat pour épreuves par contact; B) mat pour épreuves par agrandissement; C) brillant pour épreuves par contact; CR) brillant pour épreuves par agrandissement; F) mat porcelaine à grain très fin pour épreuves par contact; FR) mat porcelaine à grain très fin pour épreuves par agrandissement. Les rapidités de ces papiers peuvent

1. *Bulletin du Photo-Club de Paris*, 1902, p. 245. — 2. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1903, p. 547.

être mesurées de la façon suivante : s'il faut une seconde pour impressionner normalement une plaque étiquette bleue, il faudra douze secondes pour les marques A) et C), seize secondes pour F), trois secondes pour B), quatre secondes pour CR) et FR). Enfin, les papiers *Radios*, mat ou brillant de la même maison, sont quarante fois plus lents que le papier A) au gélatino-bromure. Ces papiers Radios ne nécessitent pas l'emploi du laboratoire obscur et fournissent à volonté soit des épreuves à tons noirs, soit des épreuves à tons chauds. Le papier *Takis* de la même maison réunit à la fois les avantages des papiers par noircissement direct et des papiers par développement ; à la suite d'une courte exposition à la lumière du jour sous un négatif, il suffit de traiter le papier par l'eau pour l'amener à l'intensité normale. Ce développement à l'eau est suivi des manipulations, virage et fixage, habituellement usitées avec les papiers par noircissement direct.

La Société industrielle de photographie livre sous le nom de *citro-brom* un papier donnant par développement des images qui ressemblent absolument à celles que l'on obtient par tirage au citrate ; la maison Guilleminot prépare une grande variété de papier sur support fort donnant des teintes très agréables.

On peut mesurer la sensibilité des papiers en utilisant la méthode d'essai d'émulsion des plaques en lui faisant une légère modification. Au lieu de mesurer l'opacité, on apprécie l'intensité des noirs. On classe les émulsions d'après la quantité de lumière nécessaire pour obtenir un noir franc, c'est-à-dire un noir assez intense pour que deux teintes consécutives obtenues avec une pose double ne puissent pas être distinguées l'une de l'autre.

1899. Machines à imprimer. — Lorsque l'on doit produire du même négatif un assez grand nombre de copies, les machines à imprimer permettent de gagner un temps précieux et de régulariser le tirage. Ces machines permettent le tirage sur papier en feuilles ou en rouleaux et sont disposées de telle sorte que la lampe à verre rouge qui sert à utiliser les diverses manipulations est employée automatiquement comme source de lumière pour l'impression du papier ; le négatif étant mis en place, le papier, à l'aide de pinces, s'applique contre la surface formant l'image, sans qu'il soit nécessaire d'utiliser un châssis négatif.

1900. Développement. — Les formules de révélateurs pour papier sont des plus nombreuses : sauf la maison Lumière, qui recommande le diamidophénol avec sulfite de soude, la plupart des fabricants préconisent l'emploi de l'hydroquinone ou de l'hydroquinone et du métol. M. Houdaille[1] a fait observer que les quantités de sulfite de soude cristallisé varient de 7 à 11 grammes par gramme de réducteur ; celles de carbonate de soude, de 7 à 11 grammes. La proportion d'eau passe de 70 à 500 grammes et celle de bromure de potassium peut atteindre 1 gramme par gramme de réducteur. En utilisant pendant trois minutes à la température de 15°C un bain contenant 1 gramme de métol, 2 gr. 5 de bromure de potassium, 10 grammes de sulfite de soude cristallisé, 10 grammes de car-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1901, p. 449.

bonate de soude cristallisé et 200 c. c. d'eau, on obtient de bons résultats avec la plupart des papiers du commerce. Ce bain a une tendance à donner dur; pour obtenir des épreuves plus douces, il faut réduire la quantité de bromure. Il se prête difficilement au développement des papiers au chloro-bromure. Pour ces derniers, M. Namias[1] recommande le glycin dissous d'abord dans le mélange de sulfite et de carbonate de soude; on utilise 25 grammes de sulfite de soude cristallisé, 3 grammes de glycin, 20 grammes de carbonate de soude anhydre, 2 grammes de bromure de potassium et 200 c. c. d'eau. Les tons noirs verdâtres s'obtiennent avec peu de pose et bain concentré (dilué au plus de 2 volumes d'eau); les tons chauds s'obtiennent avec dilution du bain jusqu'à 30 volumes d'eau et augmentation de la durée du temps de pose.

L'addition d'acide formique au bain d'amidol permet d'obtenir de beaux tons, mais en utilisant les papiers lents au gélatino-bromure. Dans 150 c. c. d'eau, on fait dissoudre 4 grammes de sulfite de soude anhydre; on ajoute 1 gramme de diamidophénol, 2 grammes d'acide formique et 5 c. c. d'une dissolution de carbonate de soude à 20 %. Si l'on veut utiliser ce bain au développement des négatifs, il y a lieu d'augmenter la dose de carbonate.

L'emploi du papier au chloro-bromure présente sur le papier au gélatino-bromure les avantages d'une manipulation plus facile : la durée du temps de pose n'a pas l'importance qu'elle présente avec les papiers au bromure. Plus le temps de pose est court et le révélateur énergique, plus le ton tend vers le vert; avec un temps de pose prolongé et un révélateur faible la teinte tend vers le rouge plus ou moins jaunâtre. Les révélateurs qu'il convient d'employer le plus souvent sont : soit l'hydroquinone, soit l'édinol. Le révélateur à l'hydroquinone contient 125 grammes de sulfite de soude cristallisé, 15 grammes d'hydroquinone, 250 grammes de carbonate de soude cristallisé, 10 grammes de bromure de potassium et 1 litre d'eau. Bayer[2] conseille de préparer le révélateur à l'édinol avec 50 grammes de sulfite d'acétone, 10 grammes d'édinol, 35 grammes de carbonate de soude cristallisé, 10 grammes de bromure de potassium et 1 litre d'eau. Pour obtenir une teinte déterminée, on cherche d'abord par tâtonnement le temps de pose nécessaire pour obtenir le ton noir avec le révélateur à l'hydroquinone; on modifie alors la durée du temps de pose suivant la teinte que l'on désire; une surexposition de dix fois et la dilution à cinquante fois du révélateur à l'édinol donneront la teinte sanguine orangée, tandis qu'une surexposition de vingt fois donnera avec la même dilution la teinte jaune.

Le Dr Eichengrün a fortement recommandé la dilution du bain d'édinol[3] et l'addition de sulfite d'acétone à ce bain comme permettant d'obtenir avec les temps de pose les plus variés les teintes les plus diverses, soit sur papier, soit sur verre. Le bain dont il préconise l'emploi contient à l'état normal 10 grammes d'édinol, 100 grammes de sulfite de soude cristallisé, 1 litre d'eau sans addition d'alcali. En faisant varier les proportions de sulfite on modifie aussi la couleur : plus on emploie de sulfite, plus longtemps on expose, plus la teinte des photogrammes se rapproche du rouge. Le plus souvent il convient de remplacer les 100 grammes de sulfite de soude par

1. *Soc. fot. ital.*, 1904, p. 226. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1905, p. 31. — 3. *Congrès de Chimie appliquée de Berlin*, 1903, p. 389.

50 grammes de sulfite d'acétone et 35 grammes de carbonate de soude cristallisé. On peut aussi n'ajouter le carbonate de soude que par petites fractions. Le sulfite d'acétone agit comme retardateur, tandis que le carbonate de potasse agit comme accélérateur pour les tons noirs. L'avantage de cette méthode réside dans le fait de pouvoir, par une surexposition assez forte, révéler les détails dans les ombres, détails qui disparaîtraient par suite de la surexposition si l'on employait un révélateur ordinaire. L'influence de la dilution est considérable, et avec une dilution de cinquante à soixante fois le volume primitif on arrive à développer sans voile. Tous les papiers du commerce dits *lents* peuvent donner des tons chauds à la condition d'employer des révélateurs suffisamment dilués.

Le révélateur à l'adurol permet d'obtenir assez facilement des tons chauds par l'emploi du papier au bromure d'argent. Dans 300 c. c. d'eau chaude, on fait dissoudre 120 grammes de sulfite de soude cristallisé et 90 grammes de carbonate de potasse; après dissolution, on ajoute 15 grammes d'adurol : on obtient ainsi la solution de réserve; d'autre part, on prépare une solution à 10 °/₀ de bromure de potassium, une solution de bromure d'ammonium à 10 °/₀ et une solution de carbonate d'ammonium à 10 °/₀. A l'aide de ces bains, on peut obtenir diverses teintes à partir du sépia chaud jusqu'au rouge; on y parvient en diluant le révélateur et l'additionnant de plus ou moins grandes proportions de bromure d'ammonium et de carbonate d'ammonium. Un ton brun chaud s'obtient en doublant la durée normale d'exposition et préparant un bain avec 600 c. c. d'eau et 30 c. c. de solution de réserve avec 50 gouttes de solution de bromure de potassium, 50 gouttes de solution de bromure d'ammonium et 50 gouttes de solution de carbonate d'ammoniaque; la durée du développement est d'environ cinq minutes. Pour les tons rouges, la durée d'exposition est de douze à quinze fois le temps normal, et le développateur est formé de 3 litres d'eau, 30 c. c. de solution concentrée d'adurol, 50 gouttes de solution de bromure de potassium, 150 gouttes de solution de carbonate d'ammoniaque et 150 gouttes de solution de bromure d'ammonium; dans ce cas, la durée du développement varie de quinze à trente minutes [1].

L'emploi de la métoquinone pour le développement des papiers permet d'obtenir des images présentant de très beaux noirs; l'intensité de ces noirs est supérieure à celle que donne l'emploi des révélateurs au diamidophénol [2]. Les papiers au gélatino-bromure se développent avec un bain contenant : 1 litre d'eau, 9 grammes de métoquinone, 60 grammes de sulfite anhydre, 10 grammes de carbonate de soude anhydre ou de phosphate tribasique de soude et 10 c. c. d'une solution de bromure de potassium à 10 °/₀. On peut avantageusement remplacer le sulfite et le carbonate alcalin par le formosulfite; le bain normal avec le formosulfite contient 1 litre d'eau, 9 grammes de métoquinone et 60 c. c. de formosulfite.

Un excès de pose donne presque toujours des tons chauds en utilisant la plupart des développements. La teinte est particulièrement agréable en employant un révélateur obtenu en mélangeant par parties égales les solutions suivantes : A) eau, 1 litre; acide pyrogallique, 12 grammes; sulfite

1. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1905, p. 218. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 236.

de soude cristallisé, 50 grammes ; B) eau, 1 litre ; carbonate d'ammoniaque, 25 grammes ; potasse caustique, 15 grammes ; bromure d'ammonium, 12 grammes. La dilution tend à donner des teintes de plus en plus jaunes[1].

Le révélateur à l'hydroquinone, additionné de sels ammoniacaux, permet d'obtenir des teintes très variées soit par augmentation de la durée de pose, soit par la dilution du bain. On peut le préparer à l'aide de deux dissolutions qui se conservent séparément pendant un temps fort long : A) eau, 1 litre ; sulfite de soude, 100 grammes ; hydroquinone, 18 grammes ; bromure de potassium, 3 grammes ; bromure d'ammonium, 12 grammes ; B) eau, 1 litre ; soude caustique, 18 grammes ; carbonate d'ammoniaque, 12 grammes. Le développement doit être prolongé pendant quatre minutes au moins.

Pour le développement des papiers au bromure, M. Balagny a recommandé l'emploi d'un bain contenant 150 c. c. d'eau, 1 gramme de diamidophénol, 2 grammes de sulfite de soude anhydre, 5 c. c. de solution de bromure de potassium à 10 % et 10 c. c. de solution de bisulfite de soude du commerce. Ce bain agit lentement et les blancs de l'image ne se colorent pas si la durée du temps de pose n'a pas été trop exagérée. Si l'épreuve se développe trop lentement, on peut la mettre dans le bain couché en dessous : l'action se fait sentir immédiatement d'une façon très vive ; en recommençant deux ou trois fois cette opération, on obtient toute l'intensité désirée.

Au lieu d'utiliser le révélateur dans une cuvette, on peut développer à l'aide d'un pinceau plat dont les poils sont sertis dans une enveloppe en gutta-percha ; au besoin, on peut se servir d'une étoffe de coton hydrophyle sertie à l'extrémité d'un tube de verre. Toutes les parties métalliques des pinceaux doivent être protégées par une couche de vernis au caoutchouc. Le développement s'effectue à l'aide du pinceau trempé dans le révélateur ; on le promène sur la surface sensible du papier placé sur une feuille de verre, on commence le développement en cuvette, avec un révélateur très dilué ; aussitôt que les grandes lumières ont apparu, on enlève l'épreuve, on la met dans une cuvette d'eau propre, on élimine l'excès d'eau après l'avoir placée sur une feuille de verre et l'on continue alors le développement à l'aide du pinceau[2]. On peut ainsi faciliter l'action locale du révélateur en séchant au buvard les parties de l'image qui sont suffisamment développées et mélangeant le révélateur avec la moitié de son volume de glycérine ; ce mélange agit plus lentement que le révélateur ordinaire et foisonne très peu en dehors des parties à révéler. Au lieu de glycérine, on peut employer le sucre en poudre que l'on mélange au révélateur ; on emploie d'autant plus de sucre que l'on veut retarder l'action du révélateur[3].

1901. Virage. — On peut virer et renforcer simultanément les épreuves au gélatino-bromure d'argent[4]. On commence par les faire blanchir dans un bain contenant 20 grammes de chlorure de mercure, 50 grammes de chlorure d'ammonium, 10 c. c. d'acide chlorhydrique pur et une quantité d'eau suffisante pour faire un litre ; quand la couche a complètement blanchi, on la lave pendant dix minutes et on la plonge dans un bain de 20 grammes de sulfocyanure d'ammonium, 1 gramme de chlorure d'or et un litre d'eau,

1. *Photo-Gazette*, 1903, p. 371. — 2. *La Photographie*, 1905, p. 29. — 3. *Photo-Gazette*, pp. 75, 144. — 4. Voyez *Suppl. C.*, p. 276.

solution qui doit être préparée au moment de l'emploi. L'image réapparaît, se renforce et acquiert un beau ton noir violacé ; on peut l'affaiblir par passage dans un bain d'hyposulfite après lavages. On peut aussi virer à l'aide du chlorure de platine : après blanchiment de la couche, on développe avec un révélateur ordinaire fortement étendu d'eau : on obtient un ton noir tirant sur le vert ; on lave et on plonge dans le bain de virage contenant 1 gramme de chloroplatinite de potasse, 10 grammes d'acide oxalique et un litre d'eau.

L'emploi du chlorure de platine permet d'obtenir un ton chaud spécial qui est en particulier très agréable pour les images diapositives. L'épreuve bien lavée est plongée dans une solution de chloroplatinite de potassium à 1 %, 20 c. c. d'une solution de bichlorure de mercure à 1 %, 2 grammes d'acide citrique et 50 c. c. d'eau ; on ajoute à ce bain de une à trois gouttes de solution de bromure de potassium à 10 %. Quand le ton désiré est obtenu, on lave, on fixe et on lave à nouveau[1]. Si l'épreuve n'est pas assez intense, on la plonge pendant quelques minutes dans un bain contenant 12 grammes de sulfate de cuivre, 12 grammes de bromure de potassium et 600 c. c. d'eau ; après un lavage sommaire, on développe avec un révélateur ordinaire ; après lavage, on peut virer l'épreuve ainsi intensifiée.

Si l'on veut obtenir des tons verts, on fait blanchir l'image dans une solution de ferricyanure de potassium à 5 %, on lave et on fait virer dans un bain préparé avec 2,500 c. c. d'eau bouillante, 25 c. c. d'acide chlorhydrique concentré, 12 grammes de chlorure ferrique, 10 grammes de chlorure de vanadium et 25 grammes de chlorhydrate d'ammoniaque. On dissout ces diverses substances dans l'ordre indiqué. L'épreuve, immergée dans ce bain refroidi, prend un ton vert analogue à celui que l'on obtient par l'emploi du procédé au charbon. Cette teinte verte résulte du mélange de ferrocyanure de fer (vert) avec le ferrocyanure de vanadium (jaune)[2].

MM. Lumière ont mis dans le commerce, sous le nom de *chromogènes*, trois préparations pour le virage aux ferrocyanures d'urane, de cuivre et de fer ; les tons brun, rouge et bleu obtenus peuvent être variés à l'infini par mélange de divers bains.

M. Namias[3] obtient des épreuves d'un ton bleu en réduisant l'acide molybdique en présence de la lumière. On fait dissoudre 10 grammes d'acide molybdique dans 50 c. c. d'ammoniaque étendu de son volume d'eau, on verse goutte à goutte et *en agitant constamment* cette solution dans 100 c. c. d'un mélange fait par parties égales d'eau et d'acide nitrique de densité 1,42. Pour l'usage, on prend 50 c. c. du réactif molybdique ainsi préparé et 150 c. c. d'eau contenant en dissolution 10 grammes de métabisulfite de potasse. Ce liquide doit être préparé au moment de l'emploi ; on immerge dans ce bain l'épreuve au bromure préalablement mouillée, on l'abandonne dans ce bain jusqu'à production de la teinte désirée. Il est difficile d'obtenir des blancs très purs lorsque le virage est très poussé, surtout si l'on opère en vive lumière ; le lavage n'élimine pas complètement les produits résiduaires.

1. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1903, p. 492. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 440. — 3. *Progresso fot.*, 1904, p. 155.

Le tirage des négatifs manquant de contrastes peut être fait à l'aide du procédé suivant préconisé par M. Sterry[1] : après exposition assez prolongée derrière le négatif, le papier est plongé dans une solution plus ou moins diluée de bichromate de potassium ; on procède ensuite au développement. Le plus souvent il suffit d'une solution de 5 grammes de bichromate de potasse dans un litre d'eau. L'exposition doit être suffisamment prolongée pour donner, par un développement normal, tous les détails correspondants aux parties les plus denses du négatif. L'immersion dans le bain de bichromate doit être prolongée de trente secondes à trois ou quatre minutes. Les contrastes sont d'autant plus accusés que la solution est plus concentrée et la durée de l'immersion prolongée. Le papier est ensuite lavé sommairement, puis placé dans le révélateur. L'effet du bichromate est de retarder la venue des ombres mais non celle des parties les plus claires qui, par suite, ont tout le temps voulu pour être développées à fond. Il convient d'utiliser un bain de développement n'ayant pas servi ; pour certains papiers, rebelles à ce mode de traitement, on ajoutera quelques gouttes d'acide sulfurique au bain de bichromate ou bien on emploiera une solution très diluée d'acide chromique, dont l'action est beaucoup plus énergique.

MM. Lumière et Seyewetz ont utilisé la formation intermédiaire de ferrocyanure de plomb pour virer à l'aide des sels de cobalt les épreuves au gélatino-bromure d'argent. On fait blanchir l'épreuve dans un bain contenant 50 grammes de ferrocyanure de potassium et 40 grammes d'azotate de plomb ; on lave complètement et on l'immerge pendant une à deux minutes dans une solution de un litre d'eau, 100 grammes de chlorure de cobalt et 300 c. c. d'acide chlorhydrique ; dans ce bain, elle prend un ton vert très brillant sans coloration des blancs ; on lave ensuite pour éliminer l'excès des réactifs.

1902. Affaiblisseurs. — On peut affaiblir les images au gélatino-bromure en utilisant une solution de 3 grammes de persulfate d'ammoniaque pour un litre d'eau ; mais il est indispensable de laver très soigneusement les épreuves avant et après l'opération. On peut aussi utiliser 100 c. c. d'eau contenant 10 gouttes de solution de ferricyanure de potassium à 10 %, 100 gouttes de solution de sulfocyanure d'ammonium à 10 %. L'épreuve est immergée dans ce bain jusqu'à ce que l'on ait obtenu l'affaiblissement désiré. Avant de lui faire subir ce traitement, il est bon de passer l'épreuve au formol pour éviter l'action dissolvante du sulfocyanure d'ammonium sur la gélatine[2]. On peut aussi employer l'eau céleste additionnée d'hyposulfite de soude.

1903. Retouche chimique. — La retouche chimique doit se faire sur l'épreuve sortant du bain de lavage qui suit le bain d'hyposulfite. L'épreuve humide est placée sur une grande glace ou sur une feuille d'ébonite, puis épongée avec soin. On prépare une solution de sulfate de cuivre à 6 %, on la précipite par la potasse. Le précipité bleu vert ainsi obtenu est lavé plusieurs fois par décantation, puis recueilli sur un filtre ; on verse sur ce

1. *Photographic News*, 1er avril 1904, — 2. *Amateur photographer*, 1905, p. 342.

filtre de l'eau contenant 10 % d'acide chlorhydrique de façon à dissoudre complètement le précipité : on obtient ainsi une dissolution verte de chlorure de cuivre à laquelle on ajoute goutte à goutte de l'ammoniaque en agitant constamment jusqu'à ce que le précipité d'abord formé soit redissous. De cette dissolution amenée au volume de 100 c. c. on prend 10 c. c. que l'on additionne de 10 c. c. de solution d'hyposulfite de soude à 5 %, et on ajoute 200 c. c. d'eau : on obtient ainsi un liquide qui permet de réduire l'intensité du négatif et que l'on étend de deux fois, trois fois, cinq fois, dix fois son volume d'eau.

Les retouches se font à l'aide de pinceaux établis comme ceux qui servent pour le développement. La solution la plus forte permet d'obtenir des blancs très francs ; les solutions plus faibles permettent de réduire les parties trop denses. A l'aide d'une éponge mouillée d'eau propre on arrête l'action du réducteur par un lavage immédiat.

Si l'on a à retoucher de grandes surfaces, on en découpe la silhouette avec du papier buvard, puis cette sorte de patron est juxtaposée sur la partie correspondante de l'épreuve et imbibée de réducteur au moyen de l'éponge. L'opération se fait régulièrement, et il suffit de temps en temps de rajouter du liquide avec l'éponge ; on lave ensuite abondamment.

Pour faire les fonds dégradés, on se sert de deux éponges de lavis, l'une chargée de réducteur, l'autre d'eau pure. Le passage de ces deux éponges, opéré d'après la méthode de la teinte fondue, donne un résultat très satisfaisant. Il faut toujours avoir à côté de l'épreuve une cuvette remplie d'eau pure pour arrêter l'action du réducteur par immersion dans une grande quantité d'eau. Après lavages, il est bon de passer l'épreuve dans une solution d'alun de chrome à 4 %, additionnée d'ammoniaque, jusqu'à ce qu'il se forme un léger trouble, puis laver à grande eau.

Les épreuves au gélatino-bromure peuvent être vernies ou émaillées par les anciens procédés que l'on mettait en œuvre pour les épreuves sur albumine. On peut, plus simplement, modifier l'aspect de l'épreuve en la recouvrant d'une couche d'encaustique à la cire ; on polit ensuite avec un chiffon de laine.

1904. Impressions pigmentaires. — M. Hanzel a indiqué une nouvelle utilisation du papier au gélatino-bromure. Une image positive obtenue sur papier Lumière B est fixée et lavée, et abandonnée pendant vingt-quatre heures dans l'eau oxygénée commerciale (à 12 volumes) étendue de trois parties d'eau ; puis avec un pinceau très doux, ne produisant pas de rayures, on balaie la surface du papier pour nettoyer et enlever tout ce qui n'a pas d'adhérence ; on recouvre alors toute la surface d'encre de Chine au moyen d'un large pinceau, et on dépouille l'épreuve à l'eau chaude. La gélatine qui s'était conservée dans les endroits correspondant aux blancs se dissout, et l'on voit bientôt l'image se dessiner avec toutes ses demi teintes ; on arrête le dépouillement dès qu'elle est à point.

§ 3. — Photogrammes sur verre.

1905. Préparation des plaques. — L'addition de bromure d'argent à l'émulsion au chlorure, destinée à donner des plaques pour diapositives, n'a d'autre effet, comme l'a constaté M. Balagny[1], que de permettre un étendage facile de l'émulsion : le bromure rend l'émulsion opaque; une plaque préparée au chlorure d'argent seul peut donner et donne des tons magnifiques. L'émulsion peut être préparée soit avec le chlorure d'ammonium, soit avec le chlorure de sodium ; la maturation n'est pas indispensable, et la couche séchée sur le verre doit paraître brillante lorsqu'on l'examine par réflexion. Le développement s'effectue à l'aide des substances que l'on utilise pour le développement des papiers lents. Il est à remarquer qu'une pose courte avec un révélateur actif donne des tons noirs, tandis que si l'on désire des tons chauds, il vaut mieux employer un révélateur dilué et augmenter la durée du temps de pose.

La maison Lumière a mis dans le commerce plusieurs variétés de plaques

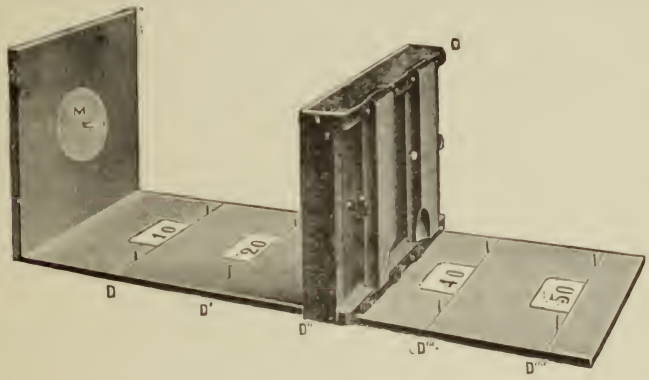

Fig. 137.

pour diapositives : les unes, pour tons noirs, sont de rapidité moyenne analogue à celle des plaques à étiquette jaune; les autres, à émulsion lente, donnent des images d'une très grande finesse, d'une grande variété de tons. Pour ces dernières, le tirage s'effectue à l'aide de la lumière du magnésium. Un dispositif commode pour l'emploi de cette source d'éclairage a été indiqué par MM. Lumière[2], Il consiste à clouer ensemble deux planchettes, l'une verticale, l'autre horizontale (*fig. 137*). La planchette horizontale porte des divisions numérotées de 10 en 10 centimètres ; la planchette verticale est perforée d'un petit trou à quelques centimètres de la base. Ce trou sert de logement à un fragment de magnésium en ruban dont on engage une des

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 123. — 2. *Formulaire de la Société Lumière*, 3e édition, p. 27.

extrémités dans la planchette ; le métal se maintient à peu près horizontal. Le châssis-presse chargé est placé verticalement sur une des divisions, la glace face au magnésium. Une petite lampe à essence complète le matériel; elle reste constamment allumée à proximité, sa flamme étant sans grand effet sur la couche sensible. La lampe sert à mettre le feu au ruban de magnésium au moment convenable. Pour la commodité des opérations, il est bon de fragmenter à l'avance le magnésium en morceaux de longueur égale (3 à 6 centimètres, suivant la force des négatifs). La largeur du ruban de magnésium est de 2 millimètres et demi : à 6 centimètres de magnésium, brûlant à 30 centimètres d'un négatif de densité moyenne, correspond un diapositif d'une bonne tonalité sépia chaud. Si l'on rapproche le châssis-presse, les tons deviendront de plus en plus chauds, et arriveront presque aux tons sanguine et jaune-rouge; si l'on éloigne, la tonalité de l'image deviendra verdâtre.

Dans ces derniers temps, la maison Lumière a mis en vente des plaques diapositives recouvertes de l'excellente émulsion au citrate d'argent servant à la préparation des papiers au citrate. On obtient ainsi des plaques pouvant être imprimées par noircissement direct, comme les papiers au citrate d'argent; elles se manipulent exactement comme les papiers et donnent des images dont les teintes sont identiques à celles fournies par les papiers. De même que pour les plaques à tons chauds, on peut les développer à l'aide des révélateurs spéciaux qui sont dans le commerce ou encore en employant le révélateur physique (acide pyrogallique et nitrate d'argent) additionné d'acide citrique pour les tons noirs-bleus, acétique pour les bruns, formique pour les bruns-rouges. Dans ce cas, il convient de commencer le développement après avoir soigneusement lavé la plaque et en employant très peu de nitrate d'argent : l'image ainsi obtenue est d'abord peu intense, mais très détaillée; on la renforce en ajoutant goutte à goutte au bain de développement une solution de nitrate d'argent à 4 %, comme on le faisait autrefois du temps du collodion.

Les plaques au chloro-bromure d'argent (plaques à tons chauds) ne se conservent pas aussi bien que celles au bromure; par contre, leur préparation est plus facile. On obtient l'émulsion en faisant gonfler 5 gr. 25 de gélatine Nelson n° 1 dans l'eau froide que l'on renouvelle fréquemment; on fait égoutter la gélatine, on dissout dans l'eau distillée et l'on complète au volume de 100 c. c.; on ajoute en remuant 6 gr. 60 de bromure d'ammonium, 1 gr. 6 de chlorure de sodium et 10 gouttes d'une solution d'acide chlorhydrique à 10 %. D'autre part, on fait dissoudre 10 grammes de nitrate d'argent dans 25 c. c. d'eau. Dans le laboratoire obscur, on verse la solution de nitrate d'argent en mince filet dans la solution de gélatine maintenue au bain-marie à la température de 60° C., on agite vivement le mélange qu'on laisse digérer pendant dix minutes tout en élevant la température du bain-marie à 65° C., on ajoute ensuite 10 grammes de bonne gélatine dure préalablement gonflée et lavée dans plusieurs eaux; lorsque cette gélatine est fondue, on ajoute de l'eau distillée de façon à amener le volume de l'émulsion à 250 c. c. L'émulsion ainsi préparée, étendue en couche mince sur une lame de verre, doit transmettre en rouge orangé la flamme d'une bougie. On fait figer l'émulsion dans une cuvette placée dans l'eau froide; la gelée obtenue est découpée en menus fragments, tordue dans une poche de canevas, de

façon à obtenir une sorte de vermicelle que l'on lave complètement pour éliminer les sels solubles. Après lavage, on fait refondre l'émulsion et on l'additionne de 1 gramme de tannin dissous dans un peu d'eau; on filtre sur coton hydrophile ou dans une peau de chamois et on reçoit l'émulsion dans une théière de faïence, la douille de l'entonnoir plongeant jusqu'au fond de la théière; quand la température de l'émulsion atteint 38° C., on la coule sur les plaques de verre bien nettoyées; on fait sécher comme d'habitude [1].

L'altération des plaques au chlorure et au chloro-bromure fait qu'au bout d'un certain temps l'image ne peut pas être révélée à l'aide des révélateurs ordinaires : ces plaques, en général, peuvent donner, à cet état, de bons résultats par l'emploi du révélateur physique. Dans ce cas, l'exposition à la lumière sous le négatif doit être assez prolongée; plus la durée d'exposition est longue, plus la teinte de la plaque se rapproche du rouge. Le bain de développement se prépare avec 3 grammes d'acide pyrogallique dissous dans 1 litre d'eau avec 10 grammes d'acide citrique. La plaque est plongée dans ce bain; quand elle est uniformément imbibée de ce liquide on la retire de la cuvette et l'on ajoute par 100 c. c. de solution, cinq gouttes de bain d'argent à 4 % dans l'eau distillée: l'image apparaît lentement. Quand tous les détails sont visibles on rejette le bain et l'on donne l'intensité suffisante en immergeant la plaque dans 100 c. c. de solution d'acide pyrogallique additionnée de 4 à 5 c. c. de solution de nitrate d'argent. Le fixage se fait à la façon habituelle après un lavage soigné; on peut virer à l'urane, ou bien à l'aide du chlorure d'or qui donne une teinte d'un noir bleuâtre [2].

1906. Développement. — D'une manière générale, on peut dire que tous les révélateurs qui donnent de bons résultats avec les papiers au gélatino-bromure sont susceptibles d'être employés pour développer les plaques diapositives. Le mode d'emploi est d'ailleurs identique à celui qui a été indiqué pour les papiers par développement.

MM. Lumière [3] ont préparé un révélateur concentré pour plaques à tons chauds. Dans un litre d'eau ils font dissoudre 100 grammes de formosulfite, 40 grammes d'hydroquinone et 4 grammes de bromure de potassium. Ce révélateur de réserve est dilué avec trois volumes d'eau au moment de l'emploi. Par des variations d'exposition on obtient toute une gamme de tons variant du vert au rouge en passant par la teinte sépia. On obtient les tons extrêmes en diluant le révélateur et employant une partie de solution concentrée pour sept parties d'eau : on obtient ainsi des tons rouges, tandis que le mélange de parties égales d'eau et de révélateur donnera des tons verts si l'on réduit suffisamment la durée du temps d'exposition.

M. le Dr Koenig a recommandé l'emploi de l'acide pyrogallique avec sulfite de soude sans alcali pour développer les diapositives au chlorure d'argent. La quantité de sulfite de soude a une grande influence sur la teinte définitive de l'image. En utilisant une solution contenant 1 gramme d'acide pyrogallique pour 100 c. c. d'eau, on obtient une faible image jaunâtre; mais en ajoutant 1 % de sulfite, l'image devient plus brune et plus vigou-

1. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1905, p. 222. — 2. *The Amateur photographer*, 1905. — 3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 227.

reuse. En portant la quantité de sulfite à 2 %, le ton est brun violet, et avec 3 % de sulfite le ton est analogue à celui que l'on obtient par l'emploi du virage à l'or Dans la pratique, il convient d'utiliser un bain contenant 1 gramme d'acide pyrogallique, 4 grammes de sulfite de soude et 250 c. c. d'eau. Si le temps de pose est fortement exagéré on pourra doubler la quantité d'eau.

En ajoutant à ce bain une petite quantité de chlorure de sodium, on peut tirer parti des négatifs très faibles.

L'emploi de l'édinol permet d'obtenir, comme avec les papiers, une grande variété de teintes. Les tons bruns s'obtiennent avec les plaques au chlorure en utilisant un bain renfermant 4 grammes d'édinol, 12 grammes de métabisulfite de potasse, 30 grammes de carbonate de potasse et 500 c. c. d'eau; à 60 c. c. de révélateur on ajoute 3 c. c. de solution de bromure de potassium à 10 %[1]. Le bain agit lentement; en augmentant la durée de la pose et diluant fortement la liqueur, on obtient un bain qui donne des teintes d'un rouge brun.

Avec l'édinol sans sulfite, on obtient des tons pourpres par l'emploi de 50 c. c. de solution d'édinol à 1 %, 50 c. c. de solution de carbonate de potasse à 10 %, 10 gouttes de solution de bromure de potassium à 10 %. Ce mélange ne doit être préparé qu'au moment de l'emploi, car il se colore très vite[2]; avec addition de sulfite dans le bain, le ton devient noir, sauf dans les cas d'excès de pose.

L'addition d'ammoniaque ou de toute substance dissolvant les sels d'argent permet d'obtenir un bain de développement donnant des teintes sépia et même rougeâtres; il faut employer un bain très dilué. Avec les plaques au chloro-bromure, on peut utiliser le révélateur pyrogallique contenant 1 litre d'eau, 12 grammes de sulfite de sodium, 1 gramme d'acide citrique, 2 grammes d'acide pyrogallique; on additionne ce bain d'une solution à 10 % de bromure de potassium et 10 % d'ammoniaque du commerce : l'image apparaît très lentement. Si, par suite d'une grande surexposition, la teinte obtenue est trop rougeâtre, on virera à l'aide d'un bain contenant 5 grammes de sulfocyanure d'ammonium et un demi-gramme de chlorure d'or pour 1 litre d'eau.

Un excès d'ammoniaque dans le bain de développement permet d'obtenir des images de teinte pourprée, mais le voile dichroïque se produit fatalement; l'image est d'un beau rouge pourpré. On fait disparaître le voile dichroïque d'après le procédé indiqué par MM. Lumière et Seyewetz, et on obtient une image de teinte pourprée[3].

1907. Renforcement. — M. L.-P. Clerc utilise le renforcement à l'iodure mercurique pour obtenir des tons chauds. Dans 350 c. c. d'une solution à 5 % de chlorure mercurique, on verse doucement et sans cesser d'agiter 50 c. c. d'une solution à 5 % d'iodure de potassium : la dissolution reste limpide; on plonge l'image dans ce bain où elle blanchit puis prend

1. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1903, p. 716; *Photography*, 1903, p. 407. — 2. *Phot. Mittheilungen*, 1904, p. 115. — 3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1904, p. 396.

une nuance jaune verdâtre par réflexion, rouge orangé par transparence. L'image blanchie et lavée est plongée dans une dissolution à environ 10 % de sulfite de sodium cristallisé; elle passe par toute une série de teintes chaudes et ne gagne le noir qu'après environ une heure d'immersion; un lavage rapide amène l'image au ton désiré; la nuance ne se modifie pas sensiblement par le séchage [1].

L'image blanchie par le mélange de bichlorure de mercure et de chlorure d'ammonium peut acquérir une teinte d'un noir chaud si on additionne la solution de sulfite de quelques gouttes d'ammoniaque. On obtient un brun rouge en versant sur la plaque une dissolution de carbonate de soude à 10 %.

1908. Virages. — Les diapositives peuvent être virées à la teinte pourpre par immersion dans un bain de 500 c. c. d'eau, 1 gramme de chlorure d'or et 10 grammes d'acétate de soude. On peut encore, après lavages, immerger l'épreuve dans des bains composés de solution de chlorure d'or, d'iridium, de palladium ou de cuivre, avec de petites quantités de carbonate de sodium, de phosphate de sodium ou de borax; on peut aussi employer les bains de virage ou de viro-fixage.

Le virage aux sels d'urane s'effectue facilement par l'emploi d'une solution de réserve contenant 2 grammes d'azotate d'urane, 50 c. c. d'acide acétique et 1 litre d'eau. A 30 c. c. de cette solution de réserve on ajoute, au moment de l'emploi, 3 ou 4 gouttes d'une solution saturée de ferricyanure de potassium; on y plonge la plaque, on agite la cuvette pour assurer un virage uniforme, on retire du bain aussitôt que la teinte est obtenue et on lave rapidement. On obtient une coloration d'un brun riche que l'on peut enlever par l'ammoniaque ou, au contraire, renforcer vers le rouge en immergeant dans un bain d'alun à 5 % d'eau acidulée par l'acide chlorhydrique. Plus l'épreuve séjourne dans ce bain, plus elle vire vers le rouge. Les plaques doivent être bien lavées après le fixage, sans quoi les opérations du virage ne produisent invariablement que des insuccès; le séchage doit être fait très rapidement [2]. Ce bain renforce toujours un peu l'image.

Les vapeurs de sulfhydrate d'ammoniaque permettent d'obtenir de très belles colorations; à cause de l'odeur désagréable de ce composé, il convient d'opérer en plein air. M. Molteni conseille le mode opératoire suivant : on prend des boîtes en carton servant à envelopper les plaques de projection 85×100, on découpe dans le couvercle une ouverture de dimensions un peu plus petites que celle de la plaque, soit 80×95, on paraffine les boîtes qui peuvent ainsi recevoir le liquide et on pose alors la plaque face en dessous sur l'ouverture; on abandonne le tout au repos. L'action se produit peu à peu; on retire la plaque lorsque le ton désiré est obtenu. Quand l'action des vapeurs se prolonge pendant trop longtemps, il se forme dans l'épaisseur de la gélatine un voile blanchâtre qui disparaît après plusieurs heures d'immersion dans le bain d'hyposulfite de soude.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 89. — 2. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1905, p. 161.

1909. Affaiblisseurs. — L'empâtement des noirs et la teinte verdâtre de l'image peuvent être modifiés par l'emploi de l'eau iodée, comme l'a indiqué M. G. Briand[1]. On prépare une solution de réserve en triturant dans un mortier de verre 12 grammes d'iodure de potassium, 1 gramme d'iode et quelques centimètres cubes d'eau distillée; on amène ensuite au volume de 200 c. c.; on prélève 15 c. c. de cette liqueur, on étend avec 200 c. c. d'eau et l'on plonge la plaque dans ce bain. La couche blanchit peu à peu; plus on l'y laisse séjourner, plus on obtient de transparence. Un séjour trop prolongé ferait disparaître les demi-teintes au fixage; il vaut mieux recommencer plusieurs fois ce traitement. Quand la couche a légèrement blanchi, on lave et on fixe dans un bain contenant 1 litre d'eau, 100 grammes d'hyposulfite de soude, 10 c. c. de bisulfite de soude liquide; on lave pendant quatre à cinq minutes dans l'eau courante. On obtient un ton noir chaud, sépia, ou noir bleuté en plaçant l'épreuve dans le bain de virage employé pour les papiers au citrate; on lave et on laisse sécher. Ce procédé réussit fort bien avec les plaques à ton chaud; s'il s'agit de plaques à ton noirs, on emploiera des affaiblisseurs ordinaires et les virages chromogènes du commerce.

1910. Nuages et couleurs pour diapositives. — L'impression des nuages peut être faite, comme l'a conseillé M. Goderus[2] en doublant la diapositive avec un *négatif* de nuage. On expose deux plaques : l'une donne normalement l'épreuve du sujet, l'autre, avec très peu de temps de pose, reproduit le ciel. Dans le développement de la seconde, on s'arrête dès que le ciel a paru; au besoin, on enlève avec une solution de perchlorure de fer étendue au pinceau les portions d'image qui ne doivent pas figurer sur la diapositive. Ce négatif, légèrement développé, sert de verre couvreur pour la diapositive et en forme le ciel.

Ce moyen est inapplicable dans bien des cas : par exemple si l'on a le disque solaire dans le ciel, si le ciel, éclairé d'un côté, sombre de l'autre, donne des reflets dans l'eau. Il est plus simple d'imprimer un positif des nuages en utilisant un négatif pelliculaire *retourné :* on évite ainsi le renversement des clairs et des ombres que donne le procédé indiqué par M. Goderus.

Il est assez difficile d'obtenir en deux impressions sur la même plaque le paysage et les nuages. Le procédé qui consiste à doubler la diapositive avec un ciel de nuages est d'une exécution assez facile; on fait disparaître soit avec le réducteur Farmer, soit avec une solution d'iode dans l'iodure de potassium, les portions de l'image qui ne doivent pas figurer sur la vue.

Le coloriage des épreuves positives sur verre peut être facilité en durcissant la couche par le formol, recouvrant d'albumine et délayant la couleur avec 15 grammes de gomme arabique dissoute dans la quantité d'eau nécessaire; la dissolution filtrée est additionnée de 6 à 8 gouttes de glycérine, plus un petit morceau de camphre pour éviter la production des moisissures.

1. *Photo-Gazette*, 1905, p. 243. — 2. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1905, p. 81.

CHAPITRE II

PHOTOGRAMMES OBTENUS PAR L'EMPLOI DE DIVERS SELS.

§ 1. — Photogrammes aux sels de platine.

1911 **Préparation du papier.** — Le papier au platine préparé par les bonnes maisons ne nécessite plus l'usage exclusif de négatifs vigoureux, très intenses; il peut servir avec tous les négatifs. En ajoutant au bain de développement une quantité plus ou moins forte de glycérine, on peut retarder beaucoup l'action du bain, accélérer la venue de l'image dans une région, la retarder dans une autre. Comme l'action du bain cesse dès que l'image est développée, qu'elle ne monte plus et ne se voile pas, il est facile de développer d'abord la partie de l'image que l'on veut complète; on traite ensuite les régions qu'on ne veut développer qu'incomplètement. Si le négatif est dur, s'il offre des oppositions exagérées, on développe à chaud; s'il est au contraire gris, sans opposition, quelques gouttes d'une solution saturée de bichromate de potasse ajoutées au bain de développement permettront d'obtenir une épreuve à oppositions vigoureuses. Cette action du bichromate est comparable à celle du bromure dans le développement des plaques.

On peut d'ailleurs donner diverses teintes à l'image. En développant localement au moyen de bains glycérinés et additionnés plus ou moins de bichlorure de mercure, on obtient des tons variés : sur un portrait, par exemple, le visage sera d'une couleur chaude rappelant la teinte chair, les cheveux seront bruns, le fond sera noir, etc.

La nature de l'encollage est très importante et doit varier suivant la tonalité que l'on veut obtenir. Pour le noir, on emploie une solution préparée avec 3 parties de dissolution de gélatine dans l'eau à 16 ‰ et 1 partie de solution dans l'eau à 15 ‰; à ce mélange, on ajoute le quart de son volume d'alcool à 95°. Pour les tons bruns, il vaut mieux employer l'arrow-root. On le prépare en versant de l'eau bouillante sur 10 grammes d'arrow-root mélangé avec un peu d'eau de façon à obtenir un mélange total de 800 c. c., puis on ajoute un quart d'alcool. La préparation ne présente rien de particulier (I, **618**; B, **1450**; C, **1679**). Les vieux papiers au platine servent à imprimer les négatifs faibles et mous; on augmente la dose de chlorate de fer dans la préparation quand on désire obtenir des teintes heurtées.

1912. Développement. — On peut diminuer les contrastes des images sur papier au platine en immergeant l'épreuve, au sortir du châssis-presse, dans un bain de carbonate de soude dissous à la dose de 10 %. On développe avec une solution contenant 60 grammes d'oxalate neutre de potasse, 14 grammes de phosphate de potasse et 800 c. c. d'eau; cette solution doit être chauffée à 35 ou 40° tandis que la solution de carbonate de soude est employée à froid. Avant le développement, on fait flotter l'épreuve pendant un temps variable (5 à 20 secondes) sur la solution de carbonate de soude : les contrastes sont d'autant plus atténués que l'action du carbonate de soude est plus prolongée. Il faut éviter la production de bulles tout en agitant l'épreuve dans le bain de développement. Les épreuves doivent être exposées à la lumière pendant un temps plus long que celui qui serait nécessaire par le développement usuel. La durée de l'application du carbonate de soude dépend de la nature de l'épreuve à traiter : avec une application trop courte, on peut avoir un renversement dans les ombres; avec une application trop prolongée, l'épreuve sera plate sans détail dans les lumières.

Avec les papiers ordinaires, d'après M. Zimmerman[1], il convient de chauffer le bain ordinaire d'oxalate à 36° quand l'exposition a été un peu courte. Si l'exposition a été de beaucoup supérieure à la normale, on doit chauffer la solution d'oxalate préparée à saturation : on obtient une épreuve d'un brun riche. De même, les négatifs durs doivent être développés avec une solution d'oxalate très chaude.

Quand l'épreuve est surexposée, on dilue la solution d'oxalate à saturation avec une quantité d'eau qui peut varier de 1 à 5 parties. Si, au sortir du châssis-presse, l'épreuve paraît posséder une intensité suffisante, on dilue le bain de développement avec 10 à 20 parties d'eau. Si l'image est presque noire, on développe dans de l'eau chaude pure et si l'impression est poussée si loin que les ombres paraissent en négatif, on n'emploie que de l'eau froide pour le développement. Pour obtenir des images à grands contrastes, il faut imprimer à fond en allant parfois jusqu'au renversement de l'image. On développe à l'eau chaude et le bain de fixage acide doit aussi être chauffé; moins on emploie d'oxalate et plus les contrastes augmentent. Pour les diminuer, on imprime légèrement, on chauffe le bain d'oxalate à saturation : on obtient une épreuve harmonieuse de ton noir-brun.

1913. Renforcement. — Le procédé le plus simple consiste à utiliser la précipitation du platine sur l'image par l'action du formiate de soude. On prépare d'une part une solution de 100 grammes de formiate de soude dans 1 litre d'eau, et d'autre part une solution de tétrachlorure de platine à 2 %. On ajoute 15 gouttes de chacune de ces solutions à 30 c. c. d'eau; l'épreuve à renforcer est d'abord immergée dans l'eau pure, puis introduite dans le bain de renforcement. On remue constamment l'épreuve et on fait agir ce bain jusqu'à ce que l'on ait l'intensité nécessaire; on lave avec soin et on sèche[2]. Avec ce renforçateur, l'image est constituée par du platine pur. Il n'en est plus de même lorsque l'on utilise le renforçateur avec acide pyrogallique et nitrate d'argent; avec ce bain, dont l'emploi nécessite beau-

1. *Photography*, n° 815. — 2. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1905, p. 112.

coup de soins, l'image se renforce et passe à la teinte brune. On peut obtenir un ton noir en utilisant un bain de virage au platine. Dans ce cas, l'image est plus solide; quand on utilise le renforçateur à l'acide pyrogallique, il est indispensable de rejeter le bain et de le remplacer par un nouveau lorsqu'il commence à se troubler.

On peut modifier la teinte sépia des épreuves obtenues par addition de bichlorure de mercure. Dans ce but, M. Menke[1] utilise quatre solutions : A) eau, 140 c. c.; sulfate de cuivre, 6 grammes; B) eau, 140 c. c.; ferricyanure de potassium, 5 grammes; C) solution saturée de citrate de soude dans l'eau; D) eau distillée, 50 c. c.; sulfocyanure de potassium, 5 grammes. On mélange les deux solutions A) et B) : il se forme un précipité que l'on fait disparaître en ajoutant peu à peu la solution C); on ajoute ensuite 24 c. c. de solution D). Ce mélange doit être préparé très peu de temps avant de l'employer, sous peine d'obtenir des images voilées. La teinte obtenue est plus agréable que celle fournie par le virage à l'urane et la coloration ne disparaît pas par des lavages prolongés.

1914. Platine gomme. — Le procédé au platine-gomme consiste à imprimer d'abord une épreuve au platine sur papier Watmann, puis à étendre sur cette épreuve une préparation sensible à la gomme bichromatée. On l'obtient en mélangeant 7,5 de couleur, 8 parties de solution de gomme à 40 %, 4 parties d'eau, et 8 parties de solution saturée de chromate d'ammoniaque. La couleur que l'on utilise se compose de 3 à 4 parties de couleur pour aquarelle et 11 parties d'eau. Le papier est exposé sous le négatif muni de repères; on développe par les procédés usuels de la gomme bichromatée. Les épreuves au platine étant noires, on doit se contenter d'images de teintes foncées; plus la couche de gomme est épaisse, plus on obtient de contrastes.

On peut repérer les deux images de la façon suivante : on colle sur deux bords opposés du négatif deux petites bandes de carton peu larges, qui dépassent en dehors de 3 à 4 centimètres; on traverse chacune de ces bandes par une punaise, la pointe ressortant du côté de la gélatine du négatif, de façon que, dans le châssis-presse, la feuille de papier sensible vienne s'y piquer. Il suffit, pour le second tirage, de replacer les pointes dans les trous du papier[2].

§ 2. — Photocopies et photocalques aux sels de fer.

1915. Papier aux sels de fer. — On peut préparer un papier sensible à l'aide des sels de fer en mélangeant, comme l'a indiqué M. Namias[3], 20 grammes de chlorure ferrique cristallisé, 10 grammes d'acide oxalique, 100 c. c. d'eau distillée et 5 grammes de gélatine dure. La dissolution doit être effectuée au bain-marie, à température aussi basse que possible. Cette dissolution est étendue sur papier bien encollé; on fait sécher dans l'obscu-

1. *Phot. Beacon*, 1903, p. 167. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 308. — 3. *La Revue de photographie*, 1903, p. 416.

rité et on expose sous un négatif au châssis-presse. L'image se présente en jaune sur fond jaune du papier. Après l'insolation, le papier est plongé dans une dissolution ammoniacale de nitrate d'argent à 2 %; on lave rapidement et on plonge le papier dans une dissolution d'acide oxalique, jusqu'à ce que le fond du papier devienne blanc; on lave pendant dix minutes et on fixe à l'hyposulfite de soude. Le fixage dans un bain composé par parties égales d'une solution d'hyposulfite de soude à 10 % et d'une solution saturée d'acétate de plomb donne de très belles teintes. L'addition à ce bain de fixage de 25 c. c. de chlorure d'or permet d'obtenir des tons noirs violets. On peut aussi, après traitement à l'acide oxalique et lavages soignés, virer dans un bain d'or ordinaire; on lave, on fixe et, après nouveaux lavages, on fait sécher. On obtient des teintes analogues à celles obtenues par l'emploi du procédé au platine en faisant dissoudre 1 gramme de chloroplatinite de potassium dans une solution de 50 grammes d'acide oxalique pour 1 litre d'eau; lorsque l'on a obtenu un ton noir, on lave, on fixe à l'hyposulfite et, après lavages soignés, on fait sécher.

En ajoutant un peu de solution de bichromate de potasse au papier préparé à la gomme et aux sels de fer, on peut prolonger la durée de conservation de ce papier. M. Edwards utilise 2 parties de solution de bichromate de potasse à 3 %, 1 partie de solution de citate de fer ammoniacal à 10 %, 1 partie de prussiate rouge de potasse à 10 % et une quantité de gomme suffisante pour empêcher la solution de pénétrer dans la pâte du papier. Le papier ainsi préparé est traité comme le papier au ferro-prussiate (C, **1683**).

La meilleure formule de préparation du papier au ferro-prussiate a été publiée par M. Sturenberg[1]. On fait dissoudre dans 100 c. c. d'eau 17 grammes de citrate de fer ammoniacal vert, on ajoute 2 c. c. d'ammoniaque, puis 11 grammes de ferricyanure de potassium pur, réduit en poudre. Le papier sur lequel on étend ce mélange est préalablement imperméabilisé par immersion dans une solution tiède de gélatine à 5 %; on fait sécher et on plonge le papier pendant dix minutes dans une solution contenant 5 % de formol et 10 % d'alcool qui coagule et imperméabilise totalement la gélatine. Tous les papiers sensibles à base de sels de fer doivent subir cette opération. La préparation sensible est étendue à la surface du papier à l'aide d'une éponge; on égalise avec un pinceau doux. Après insolation, on lave à plusieurs eaux, on passe dans un bain à 1 % d'acide chlorhydrique ou 2 % d'acide citrique; on lave à l'eau pour enlever l'excès d'acide.

L'image ainsi obtenue peut être transformée en hydrate ferrique par immersion dans l'ammoniaque ou le carbonate de soude à 10 %. On peut le faire virer au noir en le plongeant dans une solution de 15 grammes d'acide gallique dans 100 c. c. d'eau. Si l'on remplace l'acide gallique par le tannin, on obtient une coloration brune.

1916. Papiers aux sels de fer et d'argent. — On fait dissoudre 18 grammes de nitrate d'argent dans 100 c. c. d'eau et on ajoute un quantité d'ammoniaque suffisante pour redissoudre le précipité qui s'est d'abord formé. D'autre part, on fait dissoudre 12 grammes de citrate de fer ammo-

1. *Revue suisse de photographie*, 1904.

niacal vert dans 100 c. c. d'eau ; on mélange par parties égales ces deux dissolutions et on étend ce mélange sur papier préparé à la gélatine. Après dessiccation dans l'obscurité, on expose à la lumière jusqu'à ce que les détails des parties claires apparaissent faiblement. On lave à plusieurs eaux et on peut modifier l'image rouge-brun à l'aide d'un bain de virage contenant 1 litre d'eau, 20 grammes d'acide citrique, 20 grammes de sel de cuisine, 50 c. c. de solution de chlorure d'or à 1 % et 50 c. c. de solution de chloroplatinite de potassium à 1 %. On fixe soit dans l'hyposulfite de soude à 3 %, soit dans une solution d'iodure de potassium à 2 %; on lave à plusieurs eaux.

On peut aussi préparer une solution de 100 c. c. d'eau, 10 grammes de citrate de fer ammoniacal vert, 2 grammes de nitrate d'argent et 2 grammes d'acide tartrique; on étend cette solution sur le papier gélatiné ; l'exposition à la lumière est très courte ; on développe avec un mélange de deux solutions : A) eau, 1 litre; oxalate neutre de potassium, 10 grammes ; acide oxalique, 0 gr. 5 ; B) eau, 1 litre ; bichromate de potassium, 4 grammes. Cette dernière solution sert à augmenter les contrastes ; on peut donc employer des négatifs doux ou des négatif vigoureux : dans ce dernier cas, on développe sans addition de solution B), tandis qu'on en ajoutera de 1 à 2 % pour les impressions de négatifs doux. Le développateur peut être utilisé pour plusieurs épreuves. Le développement s'effectue lentement. On lave, on fixe à l'hyposulfite, on lave et on fait sécher.

Le papier préparé à l'oxalate ferrique est très sensible : on fait dissoudre 15 grammes d'oxalate ferrique dans 80 c. c. d'eau tiède et on ajoute 3 grammes d'acide oxalique ; au liquide vert obtenu par refroidissement, on ajoute 3 grammes de nitrate d'argent dissous dans 20 c. c. d'eau ; le mélange se fait dans le laboratoire obscur. On développe au moyen d'un bain contenant 70 grammes de borax et 50 grammes de tartrate de sodium pour 1 litre d'eau si l'on désire une image de teinte noire ; les teintes brunes sont obtenues par l'emploi d'un bain de 60 grammes de borax, 60 grammes de tartrate de sodium pour 1 litre d'eau. Ces bains peuvent être additionnés de solution de bichromate de potasse suivant la nature du négatif employé. L'image apparaît rapidement, on lave, on vire à l'aide du bain de virage au platine, on lave et on fixe dans une solution à 2 % d'ammoniaque ; on termine par un lavage.

Le papier préparé au citrate de fer ammoniacal vert, en dissolvant 20 grammes de citrate de fer et 1 c. c. d'ammoniaque dans 1 litre d'eau, se conserve pendant un temps fort long. Après insolation, on développe l'image par l'action d'un bain contenant 1 ou 2 % de nitrate d'argent acidulé par l'acide citrique. L'image doit être vigoureuse, car elle s'affaiblit dans les bains de virage à l'or ou au platine. On obtient des tons bruns en lavant après apparition de l'image et portant dans un bain de virage-fixage très étendu ; on lave et on sèche [1].

On peut obtenir à l'aide du papier au ferro-prussiate une coloration noire assez agréable en lavant l'épreuve bleue à l'eau courante et la faisant flotter sur une solution de 14 grammes de nitrate d'argent pour 1 litre d'eau : l'image disparaît dans ce bain ; on lave de nouveau pour éliminer tout le

1. L.-P. Clerc, *L'Année photographique 1906*, p. 113.

nitrate d'argent libre, on développe avec un révélateur à l'oxalate ferreux. On donne à l'image un ton noir plus prononcé en passant l'épreuve, après développement, dans une dissolution contenant 2 c. c. d'acide chlorhydrique pour 1 litre d'eau, puis dans un bain de 1 c. c. d'ammoniaque pour 1 litre d'eau : l'image obtenue est d'un beau noir.

§ 3. — Photgrammes aux sels de chrome.

1917. Action des sels de chrome sur la gélatine. — MM. Lumière frères et Seyewetz[1] ont étudié l'action des sels de chrome sur la gélatine ; ils ont reconnu que la gélatine insolubilisée par la lumière en présence de bichromate de potassium renferme du sesquioxyde de chrome et de la potasse qui forme, avec l'excès de bichromate, un chromate neutre peu sensible à la lumière. Cette gélatine diffère notablement dans sa composition de celle qui est insolubilisée par les sels de sesquioxyde de chrome. L'oxyde de chrome qu'elle renferme paraît formé de deux parties : l'une fixe, comcomparable à l'oxyde qui retient la gélatine dans l'insolubilisation par les sels de sesquionxde de chrome, l'autre variable avec la durée d'exposition et provenant de la réduction à la lumière du bichromate par la matière organique.

La quantité d'oxyde de chrome que renferme la gélatine insolubilisée croît avec la durée d'exposition, mais sans lui être proportionnelle. Cet accroissement devient de plus en plus faible à mesure que la quantité de chromate neutre augmente.

La décomposition du bichromate en excès par les sesquioxydes de chrome avec formation de chromate de chrome comme l'indique Eder, paraît être partielle. En raison de l'instabilité de cette substance, l'analyse ne peut pas donner d'indication précise sur sa composition.

En présence de gélatine, le bichromate d'ammonium paraît beaucoup plus réductible par la lumière que le bichromate de potassium ; tandis que ce dernier ne fournit guère que 10 % de sesquioxyde de chrome en plusieurs semaines d'exposition à la lumière, le bichromate d'ammonium en fournit davantage après une heure seulement d'insolation.

L'alun de chrome forme avec la gélatine un composé résistant à l'eau bouillante, tandis que les autres aluns rendent seulement la gélatine moins soluble. La quantité minima d'alun de chrome permettant à la gélatine de résister à l'action de l'eau bouillante est de 2 grammes pour 100 grammes de gélatine. En raison de sa facile dissociabilité, la gélatine insolubilisée est plutôt un composé d'addition qu'une véritable combinaison.

Un grand nombre de gélatines insolubilisées renferment des oxydes métalliques en quantités notables. Dans le cas particulier du fer, par exemple, la gélatine fixe très peu de sesquioxyde de chrome et beaucoup de sesquioxyde de fer[2].

1. *La Revue de photographie*, 1903, p. 442. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1905, pp. 112, 448.

1918. Sensibilisation du papier au charbon. — Le papier au charbon peut être sensibilisé très peu de temps avant de l'employer, si l'on utilise une solution sensibilisatrice renfermant une dose assez élevée d'alcool. On prépare deux solutions de réserve : A) bichromate de potassium, 70 gr.; eau, 1 litre; B) bichromate d'ammonium, 30 gr.; bichromate de potassium, 40 gr.; eau, 1 litre. Ces solutions sont faites dans l'eau chaude; on laisse refroidir. La première convient au tirage des négatifs durs, la seconde au tirage des négatifs légers. On mélange 30 c. c. de A) avec 50 c. c. d'alcool à 30°, on agite fortement le mélange avant l'emploi; au besoin, on filtre. Si le papier est destiné à l'impression de négatifs très légers, on mélangera de 5 à 20 c. c. de solution B) à 50 c. c. d'alcool à 90°. La sensibilisation se fait au pinceau en plaçant le papier mixtionné face en dessus sur une planchette; on fait sécher dans l'obscurité.

Le mélange doit être fait au moment de l'emploi. Au lieu de passer le pinceau à la surface du papier mixtionné, on peut le passer au dos du papier : la couche se laisse alors plus facilement travailler au pinceau lors du dépouillement de l'épreuve; on peut aussi sensibiliser des deux côtés en laissant sécher le papier après la première sensibilisation. Ce mode opératoire peut s'appliquer à tous les genres de papier au charbon. On utilise un pinceau plat, ou mieux comme l'a indiqué M. Gravier[1], une touffe de coton placée dans une mousseline lâche.

M. le Dr Namias, reprenant des recherches antérieures de MM. Lumière, a montré que les colloïdes sensibilisés au bichromate de potasse se conservent mieux que ceux sensibilisés au bichromate d'ammoniaque, et que la conservation est améliorée par l'addition de citrate de soude ou d'oxalate neutre de potasse[2]. Les tartrates et les lactates diminuent la durée de conservation des papiers, mais peuvent exalter leur sensibilité.

M. Bennet[3] a indiqué plusieurs formules de bain au bichromate de potasse et à l'acide citrique. Pour les négatifs d'intensité moyenne, il sensibilise avec un bain de bichromate de potasse à 3 %, auquel il ajoute de l'oxalate de potasse, du carbonate de soude, du citrate neutre de potasse et de l'acide citrique dans la proportion de 1 % du volume du bain; il ramène à l'état neutre le bain ainsi préparé : pour

1. *Photo-Gazette*, 1904, p. 113. — 2. *Congrès de chimie appliquée de Berlin*, t. IV, p. 328. — 3. *La Revue de photographie*, 1904, p. 131.

cela il ajoute goutte à goutte de l'ammoniaque jusqu'à l'apparition de la couleur jaune citron du liquide ; il faut employer la plus petite quantité d'ammoniaque qui puisse produire cette coloration. Si la couche de papier mixtionné est très soluble. la quantité d'ammoniaque doit être réduite d'environ un tiers des quantités qui seraient nécessaires. On prend un tiers de la quantité nécessaire de solution titrée de bichromate de potasse, on l'additionne d'ammoniaque jusqu'à ce que la teinte passe au jaune citron ; on ajoute ensuite les deux autres tiers de solution de bichromate de potasse, sans ajouter d'ammoniaque.

Les formules suivantes donnent de bons résultats avec la plupart des papiers du commerce :

A) Bichromate de potasse, 30 grammes; acide citrique; 7 gr. 05; eau, 1500 c. c.; ammoniaque, quantité suffisante;

B) Bichromate de potasse, 30 grammes; acide citrique, 1 à 2 grammes; eau, 1500 c. c.; ammoniaque, quantité suffisante : ce bain est destiné à sensibiliser le papier servant à l'impression de négatifs sous-exposés, durs;

C) Bichromate de potasse, 30 grammes; citrate de potasse, 15 grammes; eau, 1500 c. c. ; ammoniaque, quantité suffisante.

M. Kessler[1] a recommandé l'emploi d'un bain contenant 20 grammes de bichromate de potasse, 1 litre d'eau, 5 à 10 grammes d'acide citrique et 30 c. c. d'ammoniaque concentrée. Le papier sensibilisé dans cette solution donne de bonnes épreuves, même après une conservation de cinq semaines. On peut laisser écouler entre le tirage et le développement un espace de deux semaines sans que l'excès d'intensité de l'image ou l'insolubilisation de la couche se produise. M. Harry Quilter emploie 10 grammes de bichromate d'ammoniaque, 8 grammes de carbonate de soude, 800 c. c. d'eau et 1600 c. c. d'alcool méthylique ; il sensibilise au pinceau.

Le titre du bain de bichromate a une très grande importance. Les négatifs intenses sont impressionnés avec des bains riches en bichromate (3 à 7 %). Les négatifs légers sont imprimés à l'ombre sur papiers sensibilisés à l'aide de bains faibles (*1 à 8 grammes par* LITRE *de bain*). Dans ces derniers cas, la durée de l'insolation est fort longue, mais les résultats sont au moins égaux à ceux que fournissent les meilleurs procédés de tirage; le dépouillement doit être fait

1. *Phot. Correspondenz*, 1904, p. 216.

à température relativement basse. Tous les négatifs peuvent être imprimés sur papier mixtionné à la condition de modifier le titre du bain sensibilisateur; la proportion d'eau doit varier suivant les degrés de contrastes requis, un bain plus fort donnant moins de contrastes qu'un bain faible.

1919. Dépouillement. — M. Ch. Gravier[1] a insisté sur les avantages que présente l'emploi d'une dissolution alcaline dans le dépouillement des papiers à impression directe sans transfert. On place le papier insolé dans le bain alcalin chauffé à 20° C., on élève progressivement la température jusqu'à ce que prenant la feuille par un coin une goutte colorée tombant du coin opposé montre que la couche est suffisamment amollie pour qu'à l'aide d'un épandage d'eau froide à la surface on dépouille l'image : le grain de l'épreuve sera d'autant plus fin que l'on aura employé moins de sciure ou qu'elle sera plus fine. On peut obtenir des images satisfaisantes après un séjour de quelques heures dans le bain alcalin froid et en versant simplement de l'eau froide à la surface. Si l'exposition a été trop longtemps prolongée, on peut employer le pinceau doux, la feuille colorée étant sous une couche d'eau.

1920. Pellicule à simple transfert. — On trouve dans le commerce des feuilles de celluloïd de 1/20e de millimètre d'épaisseur revêtues de mixtion colorée et destinées à remplacer la pellicule simple transfert au collodion cuir de Despaquis[2]. Ces feuilles de celluloïd impressionnées par l'envers donnent une image droite par simple transfert. L'impression par l'envers rend les demi-teintes plus solides pendant le dépouillement qui se fait par simple immersion dans l'eau chaude. L'image développée est, toute mouillée, appliquée sur le support choisi et on la presse; quand l'ensemble est sec, la feuille de celluloïd peut être détachée et l'image reste fixée à son support.

1921. Papiers du commerce. — Des papiers recouverts de mixtions colorées superposées ont été récemment mis dans le commerce. Comme l'a fait observer M. Ch. Gravier[3], cette application avait été faite dès 1869 par la maison Braun. De nombreux brevets ont été pris depuis lors pour la préparation des papiers à plusieurs couches superposées.

M. Farinaud fabrique un papier qui est intermédiaire entre le papier charbon-velours **(C, 1687)** et le papier à la gomme bichromatée. Ce papier se sensibilise à l'aide de bichromate d'ammoniaque en solution étendue. Il est bon d'exposer pendant quelques secondes le papier à la lumière du jour avant de le placer dans le châssis-presse au contact du négatif : on diminue ainsi les contrastes que présentent les négatifs trop vigoureux; il vaut

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1904, p. 352. — 2. Voyez *Bulletin de la Société française de photographie*, 1868 à 1870, passim. — 3. *Ibid.*, 1904, p. 517.

mieux dépasser la durée normale de l'insolation que d'exposer trop peu. On dépouille à l'eau froide après avoir fait tremper le papier dans l'eau pour éliminer l'excès de bichromate. Pour dépouiller une image du format 18 × 24, on emploie 250 c. c. d'eau froide, 5 à 10 grammes de sciure de sapin finement tamisée, 3 à 4 gouttes de dissolution de soude caustique; après cinq minutes d'action, on porte le liquide à la température de 25° C. Quand la couche commence à se dépouiller, on remue le mélange de manière à faciliter l'apparition de l'image par le léger frottement produit par la sciure. De temps en temps on retire l'épreuve de la cuvette pour la placer sous un filet d'eau froide, de manière à mieux juger de son état. On augmente peu à peu la quantité de soude caustique et on élève la température si la durée d'exposition a été dépassée; on dépouille localement par les procédés usuels. La retouche en blanc se fait au moyen d'un pinceau très fin, l'épreuve reposant au fond d'une cuvette remplie d'eau froide. La retouche en noir, le montage, etc., se font par les procédés usuels.

La Compagnie autotype a mis en vente, sous le nom d'*auto-pastel*, un papier au charbon sans transfert qui donne de très beaux effets; la manipulation est à peu près la même que celle du papier Farinaud. On insole légèrement pendant quelques secondes toute la surface du papier avant de le placer dans le châssis-presse; après exposition à la lumière, on ramollit la couche de gélatine, puis on élève la température de l'eau à 40 ou 50° C.; on dépouille au pinceau dans la cuvette; quand le dépouillement est à peu près terminé, on place l'épreuve face en dessus sur un support de verre et on achève l'opération soit à l'aide d'une touffe de coton, soit avec un pulvérisateur rempli d'eau, soit à l'aide de sciure de bois. On achève le travail à la brosse après avoir répandu sur toute l'étendue de l'épreuve une couche de glycérine qui amortit l'action toujours brutale du pinceau et permet d'éviter complètemeni les stries dans les cas d'excès de pose; on place l'épreuve face en dessous dans un bain de carbonate de soude à 5 %. On peut donner plus d'éclat à l'épreuve en l'enduisant d'une mince couche de vernis pour aquarelle, étendu de trois ou quatre fois son volume d'alcool.

Les bons fabricants de papiers mixtionnés livrent des papiers spéciaux pour le tirage des diapositives. Il faut employer des couleurs très finement broyées, car la diapositive est fortement agrandie snr l'écran. On peut s'assurer assez facilement de l'exactitude de la durée de la pose à l'aide de l'artifice suivant : on prend un cadre d'une ouverture un peu plus grande que celle requise pour l'image finale; sur le côté extérieur du cadre, on fixe un morceau de papier au citrate, de telle façon que lorsque le cache est mis au contact du négatif, le papier au citrate se trouve devant une des parties du négatif qui ne doit pas être reproduite, mais qui possède cependant une gamme des tons types du négatif. Cette feuille de papier sensible sert de témoin pour le tirage du positif au charbon : on imprime alors à la lumière du jour et on continue l'insolation jusqu'à ce que le papier au citrate montre une image suffisamment intense pour pouvoir être virée; on dépouille jusqu'à ce que les grandes lumières soient bien transparentes. L'épreuve bien lavée après le dépouillement est passée dans un bain d'alun, lavée de nouveau et abandonnée à la dessiccation à l'abri de la poussière.

1922. Procédè à la gomme bichromatée. — Des indications très précises ont été dônnées par M. le commandant Puyo[1], l'un des maitres en la matière, sur la préparation et l'emploi du papier à la gomme bichromatée. Il recommande l'emploi d'une forte proportion de gomme étendue en couche homogène et fine. C'est par tâtonnement qu'on arrive à déterminer les proportions les plus convenables. Avec une solution de gomme à 40 %, on fait un mélange de gomme, couleur, bichromate avec excès de gomme; on couche une première feuille de papier grain fin; la couche est irrégulière, striée, marbrée, et au bout d'un temps inférieur à 45 secondes, la couche ayant fait prise ne se laisse plus travailler; on ajoute alors au mélange une nouvelle quantité de bichromate et l'on recommence jusqu'à ce que, sous le travail du pinceau, la matière obéissante s'étale sans stries, sans marbrures. En ce moment, les proportions sont bonnes, la durée de l'opération est de 45 secondes. Si l'on a mesuré les proportions de bichromate ajoutées, sachant qu'une feuille 20×26 centimètres absorbe 3 c. c. du mélange, on en conclut les proportions de gomme et de bichromate à adopter.

Il y a avantage à utiliser de la gomme ancienne devenue filante et des pinceaux énergiques sans brutalité : la nature de la gomme, celle des pinceaux employés peuvent faire varier les proportions du mélange.

A la gomme filante, on ajoute le pigment coloré, noir de bougie relevé d'une pointe d'ocre jaune ou de teinte neutre, suivant que l'on veut avoir du noir chaud ou du noir bleu : le mélange étalé en couche mince ne doit pas être noir cirage, mais gris fer foncé.

Les pinceaux sont en soie de porc, collés à la résine. Pour des feuilles du format 30×40, l'épaisseur du pinceau à la monture sera de 3 millimètres et demie, la longueur des poils. 37 millimètres et sa largeur 8 centimètres. On doit avoir deux de ces pinceaux : une petite brosse dure sert à agiter le mélange, un pinceau en éventail sert à l'étaler sur le papier, L'un des pinceaux plats dit de décharge sert à répartir l'excès de matière et à faire un premier égalisage, le second pinceau plat sert pour le finissage.

La solution de gomme, les couleurs d'aquarelle en tubes, la solution concentrée de bichromate de potasse sont mélangées en proportions convenables dans un bol et d'après le nombre de feuilles à

1. *La Revue de photographie*, 1903, p. 91.

fabriquer en se basant sur ce qu'il faut 3 c. c. de mélange pour une feuille de format 20 × 26 centimètres; lorsque le mélange est fait, on en dépose une goutte sur une feuille de papier, on l'étale avec le doigt pour se rendre compte du ton.

Sur une planchette à dessin, on place un bristol épais et on fixe le papier sur le bristol par quatre punaises fortes à tête plate. On plonge dans le bol le pinceau en éventail pour remuer le mélange, on le fait dégorger sur la paroie du bol, de façon qu'il contienne juste la quantité de mélange nécessaire pour une feuille; on donne un premier coup sur la ligne médiane de la feuille et on étale avec rapidité et vigueur, sans laisser d'endroits non couverts : cette première opération doit durer environ 10 secondes; on passe le pinceau de décharge en appuyant très fortement dans le sens largeur, puis dans le sens longueur de la feuille : l'opération exige environ 5 secondes.

A ce moment, l'ensemble de la couche doit être uniformément réparti sur la surface. On prend le dernier pinceau, celui dit de finissage, et on continue le travail ébauché par le pinceau de décharge en ayant soin de faire tourner le bristol portant la feuille, de façon à rompre la couche dans tous les sens et à assurer une épaisseur de couche régulière. Au début, on doit broyer franchement la couche en appuyant fortement le pinceau incliné; puis, au fur et à mesure que la couche résiste et fait prise, on diminue progressivement l'action à la demande de la main, en terminant par un travail exécuté à fleur de poil, le pinceau vertical. Tout cela peut durer environ 30 secondes; en tout 45 secondes.

La feuille est sèche en un quart d'heure; on la passe au besoin au-dessus d'une lampe pour que le papier soit craquant, on la met contre la couche du négatif placé dans le châssis, on expose à la lumière et on dépouille l'image.

Le papier à la gomme doit être manipulé à l'*état frais;* c'est la première condition de réussite.

Quand le papier est mouillé dans la cuvette de dépouillement, l'image négative apparaît très visible par réflexion et aussi par transparence. Après dix minutes au plus, l'image demeurant négative, le coulage commence. Quelques minutes après elle apparaît positive et s'achève progressivement.

Ces temps s'augmentent en proportion de l'âge du papier. A mesure qu'il vieillit (c'est une question d'heures), l'image négative est de moins en moins nette, le phénomène ne se produit plus à la fin; le

travail de dissolution ne se montre qu'au bout de quelques heures, souvent même de quelques jours. Le papier vieux donne des images grenues où les oppositions sont diminuées ; il convient donc de fabriquer le papier chaque jour suivant ses besoins. Dans ces conditions, le procédé est automatique ; les opérations se réduisent à consulter un photomètre et placer le papier dans l'eau où il se dépouillera tout seul, d'autant mieux qu'on le laissera plus tranquille.

L'image peut être modifiée par l'opérateur : grâce au développement local, le sujet peut être mis en relief et acquérir toute sa valeur, soit par l'atténuation ou la suppression des alentours, soit par le placement judicieux des *accents*. On peut effectuer ce travail : 1° pendant la période du dépouillement; 2° pendant la période du séchage de l'épreuve; 3° après le séchage de l'épreuve.

1° L'image étant à moitié dépouillée et bien visible, on la place sur une feuille d'ébonite inclinée et, se guidant d'après une épreuve préalablement tirée sur un papier quelconque, on examine de quelle façon il convient de continuer le dépouillement. On fait des arrosages à l'eau chaude ou à l'eau tiède, soit en écrasant une éponge sur les bords extérieurs de l'image, soit en laissant tomber quelques gouttes d'eau chaude sur une partie résistante de l'image; on opère ainsi sur de larges zones. Pour modifier des détails de peu d'étendue, pour baisser un ton local de petite surface, l'attaque directe de ce ton local se fera soit au pinceau, soit à l'estompe, soit au papier buvard. Le pinceau détruit superficiellement le grain là où il passe, et, pendant le dépouillement d'une couche grenue et résistante, on fera suivre chaque coup de pinceau d'un arrosage qui enlèvera la couche superficielle libérée par l'action du pinceau et fera réapparaître le grain sous-jacent.

Les épreuves sous-exposées seront traitées pendant la période de séchage.

2° Pendant le séchage, le pinceau produit un écrasement de la couche accompagné d'un abaissement de ton, surtout si le pinceau est sec et propre. Pour créer des blancs et dégager le papier, il faut avoir recours au papier buvard. Dans un portrait, on pourra, au contraire, monter telle région du fond en transportant en cette région de la couleur prise sur les marges : c'est là un des grands avantages du procédé à la gomme. A mesure que l'eau s'évapore la couche devient plus résistante, et l'abaissement du ton à tel endroit touché par le pinceau devient de moins en moins marqué. C'est pendant

cette période que l'on pourra créer des blancs purs dans les épreuves sous-exposées : la sous-exposition produit des images grises ; les blancs se trouvent recouverts par l'écoulement partiel de la matière pigmentaire insuffisamment fixée.

On peut activer le séchage en plaçant l'épreuve sur une feuille de buvard sec que l'on promène au-dessus d'une lampe : dès que la feuille est sèche partout et craquante, on la remet dans l'eau : on élimine ainsi la petite quantité de bichromate que contient le papier et on rend à la couche une mollesse suffisante pour qu'elle puisse être travaillée par frottement doux.

3° Dans la retouche postérieure au premier séchage, on rendra la couche très docile, soit en élevant la température de l'eau, soit en ajoutant à l'eau du bisulfite de soude dans la proportion de 3 à 5 % : l'épreuve se laisse dès lors travailler au pinceau, à la ouate, à l'estompe, au doigt, et l'on peut par frottement baisser le ton plus ou moins à tel endroit jugé convenable. On atténuera de même certaines valeurs trop claires et l'on augmentera l'intensité de certains tons noirs en posant à l'aide du pinceau, là où il convient, de la matière pigmentaire provenant soit d'une épreuve manquée, soit des marges de l'image.

Une couche peu chargée en gomme est aisée à étendre ; elle est fine à l'excès et donne des demi-teintes parfaites dans les parties claires de l'image ; en revanche, les noirs sont enterrés et sans détails ; ils sont insolubilisés et ne contiennent pas assez de gomme pour qu'il y ait gonflement de la couche. Les noirs les plus beaux et les plus gras se produisent quand l'épreuve est légèrement sous-exposée et qu'elle se développe dans l'eau froide dans un temps relativement court.

S'il y a surexposition excessive, si l'image se développe péniblement à l'eau bouillante, le grain est fort, l'aspect est sec. La surexposition ne doit être utilisée que pour les effets brutaux. La *durée d'exposition* doit, d'ailleurs, varier selon la couleur du pigment et selon la force du papier. Les rouges demandent à être exposés à peu près deux fois autant que les noirs ; quant aux papiers à grain fort, la couche obtenue est plus épaisse, car la mixtion se loge immédiatement dans les creux et n'est plus entraînée par le pinceau ; de ce fait, le temps d'exposition peut être doublé.

Les épreuves trop exposées peuvent être sauvées par l'emploi du bisulfite de soude. On baigne l'épreuve dans l'eau chaude et on ajoute du bisulfite jusqu'à ce que le coulage commence à se manifester ; on

retire l'épreuve, on la travaille à l'eau pure jusqu'à ce qu'elle ne coule plus; on renouvelle l'opération plusieurs fois si cela est nécessaire. Pour un dépouillement local, on fera couler en nappe du bisulfite étendu d'eau, puis de l'eau chaude. Après séchage, l'immersion dans le bain faible de bisulfite permet d'éliminer l'excès de bichromate que contient le papier; la couche est assez amollie pour être travaillée par frottement doux.

Les essais, études, expériences sur procédé à la gomme doivent être faits avec un seul négatif, transparent et complet. Il faut commencer par obtenir des couches toujours les mêmes et ne faire varier que la durée du temps d'exposition. On étudie l'influence de cette variable sur les résultats, puis on étudie une autre variable, la gomme, puis la couleur, puis l'influence de la proportion de bichromate; on arrive ainsi à réduire très rapidement à un minimum les insuccès possibles.

M. Demachy[1], dont les épreuves sont si justement appréciées, a insisté sur quelques points de détail qui ont une grande importance. La solution de gomme est faite en plaçant la gomme du Sénégal, non pulvérisée, dans un nouet de mousseline suspendu dans un bocal plein d'eau; si la solution moisit, on la décante et on l'additionne de solution fraiche de façon à lui donner une consistance suffisante.

La solution de bichromate de potasse est réservée pour les épreuves destinées à être dépouillées à l'eau. Pour le dépouillement au pinceau, on mélange par parties égales une solution saturée de bichromate de potasse, une solution saturée de bichromate d'ammoniaque et de l'acide chromique déliquescent; pour l'emploi, on utilise deux tiers de gomme colorée et un tiers de solution chromique: ce mélange ne se conserve pas. Les couleurs à employer sont les couleurs moites en tubes et un papier suffisamment encollé pour ne pas absorber la peinture à l'eau. Il est à remarquer que les pinceaux en poil de blaireau sont plus difficiles à employer que les brosses dures. On utilise un pinceau 1° en poils de porc, que l'on coupe à environ la moitié de sa longueur primitive pour mélanger le pigment avec la solution sensibilisatrice; 2° un pinceau plat, simple, pour étendre le mélange sur le papier; 3° deux larges pinceaux plats, aussi en poils de porc, pour égaliser.

Pendant le couchage de la mixtion, il faut éviter de tremper à nou-

1. *British journal of Photography*, 1903, p. 867.

veau le pinceau dans le récipient qui renferme la mixtion. On doit brosser la couche jusqu'à ce que le pinceau ne laisse plus de traces à la surface; le séchage par la chaleur et l'emploi immédiat du papier donnent les meilleurs résultats.

Les pinceaux doivent être lavés aussitôt après l'étendage; le dépouillement doit suivre immédiatement l'impression, surtout si l'on a employé l'acide chromique.

La *sous-exposition* se traduit par une dissolution totale de la couche pendant ou après le dépouillement Une épreuve trop insolée peut être dépouillée à l'aide du pinceau, mais les effets sont différents de ceux que donne le dépouillement par immersion dans l'eau. Les pinceaux utilisés pour le dépouillement sont en soies de porc, martre, blaireau ; on doit en posséder au moins une demi-douzaine.

On utilise aussi une éponge très fine pour dépouiller par friction et une de dimension moyenne pour arroser l'épreuve.

Le dépouillement peut, d'ailleurs, être effectué en pleine lumière; le papier n'est plus sensible dès qu'il est mouillé.

Les couches insolées pour être développées à l'eau sont très délicates; on les manie avec précaution et l'on utilise des pinceaux très fins et très doux si l'intervention du pinceau est nécessaire. Après l'intervention du pinceau il est dangereux de plonger cette épreuve une seconde fois dans la cuvette à dépouillement ou de l'arroser avec excès d'eau ; il faut donc faire intervenir très discrètement le pinceau.

L'emploi de l'eau chaude n'est utile que pour un dépouillement difficile ou encore pour les plus fortes ombres du sujet : le dépouillement local consiste à soumettre certaines portions de la couche à une plus abondante, plus forte ou plus chaude coulée d'eau que d'autres. Il est très important pendant ce dépouillement local que l'épreuve soit disposée de façon à évoluer en demi-cercle dans son plan, de part et d'autre de son axe, de telle sorte que le plus fort courant d'eau tombe et agisse sur une seule et même place pendant que le courant d'eau le plus lent et le moins actif s'étend en forme d'éventail sur la partie la plus basse de l'épreuve et produit ainsi le dégradé nécessaire.

Aucune épreuve pouvant se dépouiller normalement par immersion ne supportera facilement le dépouillement au pinceau, les parties les plus claires seront emportées. Le temps d'exposition le plus convenable pour ce genre de dépouillement est réalisé quand une faible image seulement apparaît après des lavages répétés à l'eau chaude.

L'épreuve qui après immersion de quelques minutes dans l'eau froide ou tiède montre une faible silhouette en relief de l'image est placée à plat sur une glace inclinée ou une plaque d'ébonite; on l'attaque par un hardi et léger coup d'un pinceau large, doux et flexible; l'image apparaît, les ombres offrent une certaine résistance à l'action du pinceau, tandis que les demi-teintes sont très fragiles. Par un léger frottis et quelques touches délicates au pinceau, on fait baver la couleur sur les blancs trop crus et on fait naître un modelé inattendu dans les demi-teintes. Quand le travail est suffisamment avancé on fait intervenir les brosses les plus dures et toutes sortes de modifications peuvent alors être exécutées.

Après dépouillement on sèche l'épreuve dans un courant d'air; après dessiccation complète on l'immerge dans l'eau contenant 10 % de bisulfite de sodium; on élimine ainsi les dernières parties de sels de chrome et on éclaircit les blancs. Si certaines parties de l'image nécessitent un nouveau dépouillement, on prend de l'eau chaude au lieu d'eau froide en doublant la proportion de bisulfite.

Les épreuves trop posées et dont la couche est devenue insoluble peuvent être ramollies[1] au point de permettre un nouveau développement en les immergeant dans une solution tiède d'alun acidulé d'acide chlorhydrique; l'immersion est prolongée pendant quelques minutes, on plonge ensuite l'épreuve dans un bain de carbonate de soude à 5 %.

M. Renault[2] utilise pour les petites épreuves les papiers Blanchet frères et Kléber ou le papier simple transfert préparé pour le procédé au charbon. Le papier non préparé est recouvert au pinceau d'une couche de gélatine à 3 %; après dessication, on insolubilise par immersion dans une solution de formol à 10 %. Avec le papier simple transfert, la solution de gomme employée est à 20 %; elle est à 25 % avec le papier gélatiné passé au formol; elle est à 30 % avec les papiers non préparés.

Pour maintenir planes au fond de l'eau les épreuves à dépouiller, il utilise un gabarit en zinc évidé; l'épreuve est placée entre une plaque de zinc et ce gabarit.

M. Renault sensibilise d'abord le papier bichromaté; il l'essore et passe alors la gomme colorée sur le papier en se servant de la brosse d'étendage imprégnée à mi-poils et débarrassée de l'excès de couleur. Le papier, couvert de noir, doit demeurer gris foncé. La brosse doit être passée avec une pression moyenne et bien égale, de façon à bien uniformiser la couche. Le seul insuccès qui se présente dans l'étendage est la granulation produite par suite de l'absorption de la couleur par du papier mal encollé ou de

1. *La Revue de Photographie*, 1904, p. 133. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1905, p. 278.

mauvaise qualité. L'insolation doit être prolongée jusqu'à ce que l'image soit silouhettée à la surface et nettement visible par transparence. Dans le cas de surexposition, on laisse l'épreuve immergée dans l'eau, puis on emploiera l'eau tiède avec un peu d'ammoniaque ; au besoin, on ajoute de l'eau chaude; on laisse sécher et on plonge l'épreuve dans une solution de bisulfite de soude à 5 % jusqu'à ce que toute teinte jaune ou verdâtre ait disparu; on lave pendant deux minutes et on fait sécher; on retouche ensuite avec les mêmes couleurs que celles qui ont servi à la préparation du papier.

M. Sanchez a préconisé l'addition de glycérine et d'acide chlorydrique à la mixtion bichromatée. La glycérine rend l'image plus douce et facilite la conservation des demi-teintes pendant le dépouillement. L'acide chlorhydrique ne joue d'autre rôle que de rendre la couche mixtionnée moins soluble en permettant ainsi le dépouillement par friction ; on doit le supprimer complètement pendant les chaleurs d'été. Les papiers les plus recommandables sont les Michallet, Lalanne, Montgolfier, Ingres et Canson ; les meilleures couleurs sont celles de Bourgeois en tubes. La gomme utilisée est la gomme du Sénégal dissoute à la dose de 35 % dans l'eau; plus la dissolution est vieille, meilleurs sont les résultats. Il convient d'ajouter à cette solution quelques cristaux d'acide phénique pour empêcher une fermentation trop active; suivant les couleurs adoptées, on utilise les proportions suivantes, en ajoutant après mélange, pour les quantités indiquées, 3 gouttes de glycérine et 2 gouttes d'acide chlorhydrique :

Noir. — Noir de bougie, 0 gr. 60; ocre rouge, 0 gr. 25; indigo, 0 gr. 10; solution de bichromate d'ammoniaque à 10 %, 5 c. c.; solution de gomme à 35 %, 5 c. c.

Marron. — Noir de bougie, 0 gr. 60; ocre rouge, 0 gr. 55; indigo, 0 gr. 25; solution de bichromate, 5 c. c.; solution de gomme, 5 c. c.

Bistre. — Bistre, 1 gr. 50; solution de gomme, 5 c. c.; solution de bichromate, 5 c. c.

Sanguine. — Ocre rouge, 0 gr. 35; noir de bougie, 0 gr. 05; solution de gomme, 6 c. c.; solution de bichromate, 4 c. c.

Terre de Sienne brûlée. — Terre de Sienne brûlée, 1 gr. 25; solution de gomme, 6 c. c.; solution de bichromate, 4 c. c.

Terre d'ombre naturelle. — Terre d'ombre naturelle, 2 grammes; solution de gomme, 5 c. c.; solution de bichromate, 5 c. c.

Sépia. — Sépia naturelle, 1 gramme; solution de bichromate, 6 c. c.; solution de gomme, 5 c. c.

Bleu. — Indigo, 1 gramme; solution de bichromate d'ammoniaque, 6 c. c.; solution de gomme, 5 c. c.

Gris. — Gris de pagne, 1 gramme; solution de bichromate, 4 c. c.; solution de gomme, 6 c. c.

On emploie 2 c. c. de mixtion pour une feuille 18 × 24, et l'étendage à la surface du papier doit être fait dans un temps variant de soixante-quinze à cent vingt secondes en se servant d'un pinceau queue de morue de 25 millimètres de large.

L'insolation, le dépouillement ne présentent rien de particulier; on traite le papier d'abord par l'eau froide, puis par l'eau tiède additionnée de sciure;

au besoin, et dans certains cas, on élève la température du mélange. Si le dépouillement ne se fait pas assez vite, on ajoute un peu de sciure; au contraire, si l'image se présente brusquement, on met l'épreuve dans une cuvette contenant de l'eau froide avec très peu ou point de sciure; on lave ensuite après le travail du pinceau[1].

Pour empêcher la gomme de pénétrer dans l'intérieur du papier, M. Drouillard fait dissoudre 4 à 5 grammes de térébenthine de Venise bien blanche dans 100 c. c. d'alcool; à ce liquide, il ajoute un excès de bichromate de soude, de façon à obtenir une dissolution saturée; il décante la partie limpide et l'étend sur le papier au moyen d'un pinceau queue de morue; quand les feuilles ont été séchées dans l'obscurité, on les recouvre de la gomme colorée[2].

L'épaisseur que doit posséder la couche de gomme a donné lieu à bien des controverses. Pour M. Harold Holcroff[3], la couche doit être assez mince pour permettre à la lumière de la traverser complètement et de fixer ainsi le pigment au support.

La durée d'insolation augmente avec l'opacité actinique du pigment employé et l'exposition minimum doit être assez longue pour que, dans les parties les plus denses du négatif, la lumière traverse complètement la couche sensible. La surexposition, si elle n'est pas exagérée, peut être compensée par une plus grande durée du dépouillement. La gamme des tons étant peu étendue, on doit éviter l'emploi des négatifs à contrastes violents : toute addition à la mixtion sensible dont l'effet serait de diminuer la rapidité avec laquelle la gomme devient insoluble, sans affecter le point auquel l'action de la lumière commence à se faire sentir, aurait pour résultat d'accroître la gamme des tons. Pour obtenir cet accroissement, M. H. Allen utilise une couche de gomme épaisse et saturée de bichromate[4] : de cette façon on a une très grande latitude pour la durée du temps de pose et on obtient une échelle de gradation de teintes très étendues sans que l'on soit obligé de surexposer les grandes lumières. Le dépouillement est obtenu en faisant flotter l'épreuve, couche en dessous, dans l'eau froide. La mixtion sensible se prépare avec 120 c. c. d'eau dans laquelle on fait dissoudre à chaud 10 gr. de bichromate de potasse; on ajoute ensuite 30 gr. de gomme arabique en menus fragments et 1 gramme de noir végétal. Le papier bien encollé est enduit de ce mélange; on utilise environ 6 c. c. pour une feuille du format 26 × 32 centimètres. La quantité de pigment employée doit être suffisante pour obtenir des ombres très foncées.

1923. Modifications diverses. — M. Renger Patzch a proposé d'associer l'albumine à la gomme pour la préparation du papier[5]. A 12 c. c. d'albumine battue en neige et déposée, il ajoute 5 c. c. de solution de gomme à 50 pour 100 et 3 gr. de couleur; à ce mélange, il ajoute 15 à 20 c. c. d'une solution contenant 100 c. c. d'eau, 10 gr. de bichromate d'ammoniaque et 10 gr. de sulfate de manganèse. Les meilleures couleurs noires sont obte-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 209. — 2. *Ibid.*, 1902, p. 146. — 3. *The Amateur Photographer*, 1904. — 4. *Ibid.*, 1903, p. 507. — 5. *Appollo*, 1904.

nues soit par un mélange de 0 gr. 25 de noir de fumée, 0 gr. 25 de noir d'ivoire et 2 grammes de noir animal; on peut aussi employer 0 gr. 5 de noir de fumée, 1 gr. 5 de noir d'ivoire et 1 gramme de noir animal. Ces quantités sont mélangées à la mixtion à la gomme albumine; on l'étend comme à l'ordinaire à la surface du papier.

M. Foxlee[1] a modifié le procédé à la gomme et effectué les manipulations comme dans l'ancien procédé Mariotype. Une solution de gélatine plus ou moins épaisse est étendue à la surface du papier; on fait sécher et on sensibilise ce papier sur un bain de bichromate de potasse à 5 pour 100 acidifié par un peu d'acide sulfurique. Après dessication dans l'obscurité, on imprime sous un négatif et on suit la venue de l'image au châssis-presse; les détails doivent être bien visibles dans les lumières. La mixtion colorée se prépare avec une solution de gomme contenant 2 grammes de gomme, 8 grammes d'eau, 6 à 8 gouttes d'acide phénique; on prend 4 c. c. de cette solution, 2 c. c. de glycérine pure, 2 c. c. d'acide acétique, 1 c. c. d'eau et une quantité suffisante de couleur. Cette mixtion est étendue à l'aide d'une brosse douce sur l'image au bichromate, en ayant soin de ne pas attaquer la couche de gélatine. On opère à la lumière jaune. Quand on a ainsi *fait tableau noir* à la surface de l'épreuve, on laisse sécher et on fait le dépouillement à l'eau comme dans les autres procédés à la gomme. Au lieu de gélatine, M. Foxlee utilise aussi la gomme adragante, l'amidon, la colle de farine. Ces deux dernières substances permettent d'obtenir des couches plus mates que celles fournies par la gomme. Le papier se prépare avec une solution d'amidon à 3 pour 100 obtenue à chaud, ou bien avec un mélange fait à chaud de 10 gr. de belle farine pour 100 c. c. d'eau : cette colle de pâte est étendue à la surface du papier; après séchage, on sensibilise sur un bain de bichromate de potasse.

On peut aussi, quoique plus difficilement, employer une mixtion analogue à celle qui est usitée pour produire les émaux photographiques. On fait dissoudre 20 gr. de glucose, 10 gr. de sucre, 5 gr. de miel, 10 gr. de gélatine dans 500 c. c. d'eau; dans la dissolution faite au bain-marie, on incorpore 12 gr. de noir de fumée. Après refroidissement, on étend sur du papier bien encollé à l'aide d'un large blaireau. On laisse sécher à plat, on sensibilise à l'envers en étendant au blaireau une solution de bichromate de potasse à 3 ou 4 pour 100, on laisse sécher dans l'obscurité et on insole comme dans le procédé au charbon. Il faut avoir la précaution de chauffer légèrement le papier et les coussins avant de les introduire dans le châssis-presse à cause de la présence du glucose et du sucre. Le dépouillement se fait à l'eau froide ou tiède additionnée au besoin d'une minime quantité de sciure de bois très fine.

On trouve dans le commerce des papiers à la gomme bichromatée. M. Hocheimer, de Munich, livre un papier se développant à froid; on le sensibilise au moyen d'une solution alcoolique de bichromate d'ammoniaque; après séchage, on expose à la lumière. Au sortir du châssis-presse, on lave l'épreuve, puis on la plonge pendant une minute dans une solution de carbonate de potasse faiblement tiède; on procède enfin au dépouillement progressif par aspersions d'eau froide additionnée d'environ 1 pour 100 de

1. *The Photographic News*, 24 janvier 1902.

sciure fine. On termine par courtes immersions dans le bisulfite dilué et les lavages usuels.

Le même fabricant livre des papiers mixtionnés dans lesquels a été coulé, entre le papier et la couche sensible proprement dite, une sous-couche de gomme ou autre substance ne donnant, par les bichromates, qu'une sensibilité réduite. Dans ces conditions, lors même que la couche supérieure est notablement surexposée, la couche inférieure n'est pas atteinte et permet sans difficultés la séparation de l'image d'avec son support.

1924. Procédé ozotype. — Le procédé désigné sous le nom de procédé ozotype (**C. 1689**) consiste essentiellement à placer une feuille de papier mixtionné au contact d'une feuille de papier à la gélatine bichromatée d'abord insolée sous un négatif, puis lavée; la feuille de papier mixtionné est mouillée par un bain acide. On laisse au contact, puis l'on dépouille.

Le papier bichromaté, après l'insolation, est lavé jusqu'à ce que les bords non insolés paraissent blancs; ce résultat étant atteint, on peut laisser sécher et ne faire le report qu'après dix jours. Pour préparer le bain acide, on fait une solution de réserve contenant 600 c. c. d'eau, 30 c. c. d'acide chlorhydrique, 30 gr. de sulfate de cuivre; ce liquide se conserve pendant un temps fort long. S'il s'agit d'obtenir des effets doux, on mélange 16 c. c. de solution de réserve, 0 gr. 7 d'hydroquinone et 1200 c. c. d'eau. Pour des effets moyens, on emploiera 24 c. c. de solution de réserve, 0 gr. 7 d'hydroquinone et 1200 c. c. d'eau; pour des effets durs on augmentera la dose d'acide et on utilisera un bain contenant 32 c. c. de solution de réserve, 0 gr. 7 d'hydroquinone et 1200 c. c. d'eau. Ces mélanges ne se conservant pas doivent être faits au moment de les employer.

Le papier mixtionné au charbon est introduit dans le bain acide; après vingt secondes on retourne le papier; dix secondes après on introduit dans le bain acide l'épreuve mouillée d'abord pendant une ou deux minutes dans l'eau tiède et, sans perdre de temps, on retire les deux papiers en contact, on passe au rouleau et on fait sécher. La mise en contact des deux papiers dans le bain acide ne doit pas durer plus de dix secondes, sous peine de voir l'image s'affaiblir par l'acide. La température doit être de 16 à 20° centigrades. Après un contact de vingt-cinq à quarante secondes, on dépouille dans l'eau chauffée à 43-46° centigrades. Ce dépouillement s'effectue comme s'il s'agissait d'une épreuve au charbon. Pour éclaircir l'image et durcir la couche, on utilise un bain de 600 c. c. d'eau, 30 gouttes d'acide chlorhydrique et 0 gr. 7 d'hydroquinone; on laisse l'épreuve pendant dix minutes dans ce bain et on lave ensuite dans l'eau froide.

Le papier bichromaté doit être suffisamment encollé[1], soit à la gélatine à 2 %, soit à l'arrow-root, soit à la colle de farine; on ajoute au bain de bichromate quelques gouttes de solution de gomme à 40 %. Après séchage, l'exposition à la lumière sous le négatif doit être poussée jusqu'à ce que l'on aperçoive de faibles détails dans les grandes lumières de l'image; cette épreuve primaire doit ressembler à une épreuve positive ordinaire très insuffisamment tirée.

Le papier mixtionné spécial est fabriqué par la Compagnie ozotype. Si

1. *La Revue de Photographie*, 1904, p. 163.

l'image est obtenue sur papier à gros grain, il convient d'élever la température du bain acide jusqu'à 25° C., afin d'assurer le contact jusque dans les creux du papier; il en est de même quand le papier choisi est faiblement encollé.

Le papier bichromaté se conserve au maximum pendant un mois avant l'insolation; l'épreuve primaire bien lavée se conserve pendant deux mois; si elle n'est pas lavée, elle ne se conserve pas.

M. H. Murchison a indiqué le moyen de travailler au pinceau les épreuves obtenues par le procédé ozotype. L'épreuve non alunée est séchée après le lavage qui suit le développement. Pour la retoucher, on la fait tremper dans l'eau à 42-44° C. pendant une minute ou deux. La couche se ramollit assez pour être travaillée au pinceau après que l'on a placé l'épreuve humide sur une feuille de verre.

1925. Impressions successives. — En faisant sur le même papier préparé à la gomme bichromatée des impressions successives, même en usant des couches minces peu chargées en gomme, on arrive à obtenir des images soit monochromes, soit polychromes d'un effet spécial. En se servant des couches très gommeuses et utilisant une double impression, on obtient des images d'une vigueur telle qu'il n'y a aucun intérêt à aller au delà. La double impression offre le grand avantage en facilitant le dépouillement local, en permettant de faire des réserves, de donner des accents. Le repérage n'offre pas d'ailleurs de difficultés spéciales. On peut empêcher le rétrécissement du papier sur les grandes épreuves en collant ce papier, à l'aide de vernis au caoutchouc, sur une feuille de verre ou d'ardoise; le plus souvent, la dilatation du papier est insensible. Pour repérer une figure, on met la première épreuve et le négatif en contact appuyés contre une vitre; on fait coïncider les yeux, la bouche, les narines, et on trace un trait au crayon en suivant les bords du négatif; puis, quand on a étendu sur l'image la seconde couche, on place le papier émulsionné sur une planche à dessin, le négatif par-dessus, en se guidant sur le cadre tracé au crayon, et, sur le tout, on dispose une glace transparente et lourde. Le châssis-presse est inutile; on expose en cet état à la lumière.

M. Cruwys Richard[1] fait jusqu'à six impressions successives sur le même papier. Il ne se sert pas de châssis-presse et fixe le papier sur une ardoise au moyen d'une mince feuille de gutta-percha que l'on utilise par les procédés du collage à chaud. L'ardoise est percée de quatre trous en équerre dans lesquels s'engagent des vis de pres-

1. *Amateur Photographer*, 1903.

sion à boutons filetés pour le repérage du négatif. Pour enlever le papier à la gomme après l'insolation, on applique à sa surface une feuille de papier ordinaire, bien sec, et on repasse le tout à l'aide d'un fer modérément chaud; par suite du ramollissement de la gutta, il devient facile d'enlever l'épreuve, la dépouiller, et, après lavages, coucher une nouvelle couche de gomme.

M. Pettauer[1] utilise les impressions successives en faisant varier la nature de la mixtion. Pour le premier tirage, il mélange à la couleur 2 c. c. de dissolution de gomme à 40 % et 8 c. c. de solution sensibilisatrice. Cette solution se prépare avec 5 grammes de bichromate de soude, 5 grammes de bichromate d'ammoniaque, 2 c. c. d'ammoniaque et 100 c. c. d'eau. Pour le deuxième tirage, il utilise 6 c. c. de cette solution et 4 c. c. de solution de gomme; enfin, pour le troisième tirage destiné aux ombres, il emploie 4 c. c. de solution sensibilisatrice et 6 c. c. de solution de gomme. Il développe avec de l'eau à la température ordinaire et, en cas de surexposition, il chauffe jusqu'à 20° C.; si cela ne suffit pas, il ajoute à l'eau de l'acide tartrique ou les produits recommandés en pareil cas (carbonate, bisulfite de soude, etc.).

M. Otto Scharf utilise des couches colorées très minces; par la multiplictté des impressions successives, il arrive à obtenir la vigueur des tons et la justesse des valeurs. Il utilise pour le dépouillement la sciure de bois et l'eau froide; il évite autant que possible l'emploi du pinceau; le développement à la sciure permet d'obtenir les valeurs désirées par l'abaissement local des tons.

1926. Papier au chromate de cuivre. — On prépare à chaud une solution de 9 grammes de bichromate de potassium et 5 grammes de sulfate de cuivre dans 100 c. c. d'eau; on filtre. Pour sensibiliser le papier bien encollé, on relève les quatre bords de façon à constituer une sorte de cuvette dans laquelle on verse la solution sensibilisatrice; après une minute environ, on fait écouler l'excès de solution par l'un des coins et l'on sèche aussi rapidement que possible. On expose à la lumière jusqu'à l'apparition d'une image d'un brun foncé dont tous les détails sont visibles. L'épreuve est alors remise dans l'eau légèrement salée avec du sel de cuisine ordinaire, puis on développe dans une solution aqueuse pure de pyrogallol à 1 %; l'image prend alors un ton sépia plus riche, qui sera d'autant plus intense que la proportion de cuivre était plus faible dans le bain sensibilisateur; on lave et on sèche[1].

A l'aide de ce procédé, on peut facilement préparer des cartes postales;

1. *Phot. Correspondenz*, 1902, p. 682. — 2. *La Photographie*, 1905, p. 127.

on y arrive aussi très aisément par l'emploi des sels de chrome en étendant sur le papier une légère colle d'amidon colorée avec une couleur à l'aquarelle ; quand cet encollage est sec, on sensibilise avec une solution de bichromate de potasse que l'on étend au pinceau ; on laisse sécher à l'obscurité et on imprime au châssis-presse ; le dépouillement se fait à l'eau froide comme dans le procédé à la gomme ; on lave et on laisse sécher[1].

§ 4. — Procédés divers.

1927. Catatypie. — Une épreuve formée d'argent ou de platine réduit est recouverte d'une solution d'eau oxygénée ; cette eau oxygénée est détruite aux endroits où se rencontre de l'argent ou du platine, tandis qu'elle subsiste dans les autres parties de l'image. On obtient ainsi, d'un négatif d'argent ou de platine, un positif invisible constitué par de l'eau oxygénée. Ce positif est reporté par contact sur une feuille de papier ordinaire ou gélatiné ; il peut être rendu visible par divers procédés. On peut le développer avec un sel de manganèse, qui donnera un précipité de bioxyde de manganèse. Si on utilise pour ce développement du sulfate double de fer et d'ammoniaque, on obtient du sulfate basique de fer qui peut être développé par l'action de l'acide gallique.

On peut opérer d'une façon différente. Après avoir recouvert le négatif d'une solution éthérée de bioxyde d'hydrogène, on le met en contact avec un papier à la gomme ; l'eau oxygénée, restée sur les ombres du négatif, passe dans la gomme. Le papier est alors recouvert d'une dissolution d'un sel ferreux qui passe en partie à l'état de sel ferrique, et cela proportionnellement à la concentration et à la distribution de l'eau oxygénée restée sur la plaque. Le sel ferrique tanne la gomme comme le fait la lumière en présence du bichromate, de telle sorte qu'après un simple lavage l'épreuve peut être dépouillée à l'eau chaude et à la sciure de bois. On peut, de la même façon, obtenir des épreuves sur du papier au charbon non sensibilisé, sur du papier recouvert de colle, etc.

Le mode opératoire est donc assez simple : on fait un négatif sur papier au platine qu'on monte sur carton à la manière habituelle ; on verse ensuite à la surface de l'image une solution éthérée d'eau oxygénée qu'on prépare en agitant pendant dix minutes 20 c. c. d'eau oxygénée à 30 % avec 200 c. c. d'éther anhydre et en décantant ensuite la solution éthérée. Quand l'éther est évaporé, le négatif au platine est prêt pour faire une impression sur papier à la gomme. On prépare ce papier avec la mixture suivante : eau, 8 c. c. ; mucilage de gomme, 6 c. c. ; solution d'alun de chrome à 5 %, 1,5 c. c. ; couleur en tube (noire ou autre), 0 gr. 6. Pour l'impression, il suffit d'un contact de trente secondes du papier avec le négatif. Le papier est alors immergé pendant quelques secondes dans une solution de sulfate de fer ammoniacal et l'image peut être développée comme s'il s'agissait d'une gomme ordinaire[2]. Ce procédé est dû à Ostwald et Gros.

Ce n'est pas la seule action que l'eau oxygénée puisse exercer sur les né-

1. *Photo-Gazette*, 1905, p. 184. — 2. *Amateur Photographer*, 1903, p. 346.

gatifs. M. Ebert[1] a constaté que le négatif ainsi traité éprouve une augmentation de relief qui augmente son opacité : c'est un véritable renforcement qui se produit, mais ce renforcement disparaît en plaçant le négatif dans l'eau ; on peut, de cette façon, réduire les portions trop opaques du négatif. Les épreuves positives au gélatino-bromure, traitées par l'eau oxygénée, changent de teinte et virent au brun. Ce ton est peu stable à la lumière; on peut cependant le conserver en traitant l'épreuve par le bain de métol-hydroquinone.

1928. Emploi des dérivés de l'acide amidosalicylique. — En traitant une solution d'acide amidosalicylique dans l'acide chlorhydrique par une proportion moléculaire de nitrite de sodium, on obtient un précipité constitué par le diazodérivé de couleur jaune, soluble dans les alcalis, rapidement coloré par la lumière. Le papier immergé dans une solution alcaline de ce composé est séché à l'obscurité. Exposé sous un négatif, il donne une image rouge que l'on fixe par un simple lavage à l'eau. Ce ton rouge peut être modifié en passant l'épreuve dans des bains de sels métalliques (acétate ou nitrate de plomb, chlorure ferrique, nitrate de cobalt, etc.).

1929. Fusains photographiques. — On peut obtenir des portraits ayant l'aspect des fusains en suivant le procédé indiqué par M. Dubreuil[2]. On fait poser le modèle devant un fond blanc ; lorsque le modèle est en place, on fait avec le fusain une série de hachures aux places voulues, de telle sorte que la teinte foncée de ces hachures fasse ressortir la partie mise en lumière ; du côté peu éclairé, au contraire, on oppose soit le blanc du papier, soit une série de hachures légères. On se rend compte, sur le verre dépoli, de l'état d'avancement du travail. Le modèle doit être appuyé solidement, de façon à ne pas changer de place. On peut, à volonté, faire varier la teinte du fond et celle des hachures, opérer par exemple sur un fond noir et faire des hachures blanches ou de tout autre ton.

Le négatif est imprimé, autant que possible, par un procédé à dépouillement, tel que la gomme bichromatée, en ayant soin de protéger le bas du négatif au moyen d'un carton dégradateur. Au dépouillement, on accentue légèrement les hachures du fond ; on obtient ainsi un simili-dessin au fusain.

1930. Photographies en relief. — Le procédé des photo-reliefs par gonflement de la gélatine donne des reliefs qui ne sont pas exacts. Comme l'a fait observer M. le Dr Namias, si l'on veut traduire une photographie en relief, on est forcé de transformer la photographie en un dessin tout à fait spécial. Quelques applications de ce procédé ont été faites au portrait ; on a appliqué aussi l'image photographique sur un relief obtenu à l'aide de

1. *Phot. Correspondenz*, 1903, p. 69. Voyez aussi : *Phot. Rundschau*, 1903, p. 145; *Phot. Mittheilungen*, 1903, p. 99; *Phot. Wochenblatt*, 1903, p. 95; *Atelier des Phot.*, 1903, p. 90; *Phot. Centralblatt*, 1903, p. 249; *Deutsche Phot. Zeitg.*, 1903, p. 362; Brevets allemands, nos 147131 et 157411 ; *Chem. Centralblatt*, 1903, p. 1289; Eder, *Jarbuch fur Photographie*, années 1903, 1904, 1905. — 2. *Photo-Gazette*, 1902, p. 239.

cette image ou même sans avoir recours à elle : M. Daydé[1] désignait ces portraits sous le nom de photo-reliefs ; à la même époque figuraient à l'exposition d'électricité de Paris des épreuves obtenues en Amérique et donnant un relief bien accentué [2].

Les reliefs produits par l'impression sur gélatine peuvent être reproduits par la photographie. On prépare les plaques gélatinées à l'aide d'une mixtion contenant 5 grammes d'amidon que l'on fait passer à l'état d'empois et dans lequel on fait dissoudre 50 grammes de gélatine blanche préalablement gonflée dans l'eau ; on amène le volume à 250 c. c., et l'on filtre sur une mousseline. A l'aide d'un pinceau, on étend cette mixtion sur des plaques nettoyées, talquées, légèrement chauffées et mises de niveau ; on utilise environ 40 c. c. pour une plaque 13 × 18. Quand la couche a fait prise, on fait sécher à l'abri de la poussière. On sensibilise pendant cinq minutes dans un bain de bichromate à 5 %, et on applique contre la couche de gélatine, dans le bain de bichromate, un papier de simple transfert recouvert d'une couche de gélatine à 5 % ; on laisse sécher, on incise les bords et on détache le papier que l'on conserve dans un endroit sec et à l'obscurité.

On utilise, pour l'impression, les négatifs reproduisant des marbres blancs, des plâtres et des objets monochromes clairs, photographiés la lumière en face et devant un fond noir. On fait des négatifs spéciaux pour le portrait en se rappelant que les chemises et cols blancs produisent des reliefs exagérés, tandis que les habillements sombres se traduisent en creux. La lumière doit éclairer horizontalement et de face, sans projeter d'ombre sur la personne. Le négatif sera convenablement retouché au rouge d'aniline et au crayon noir.

L'impression se fait à la façon ordinaire, au châssis-presse, sur la couche de gélatine bichromatée. Dès que l'image est suffisamment marquée, la couche est plongée dans l'eau froide que l'on renouvelle jusqu'à ce que tout le bichromate soit dissous. La couche ainsi préparée constitue un véritable cliché qui peut être conservé pendant fort longtemps à l'état sec ; le relief se produit par immersion dans l'eau froide pendant quelques heures. La couche de gélatine se gonfle et permet de mouler une série d'empreintes.

Pour établir le moule, avec un fil de cuivre rouge de 1 millimètre de diamètre, on confectionne le contenu du médaillon désiré en tordant, au moyen d'une pince, les deux bouts dont on conserve un de 14 centimètres de longueur. Ce contour est aplani et la tige est redressée à angle droit en inclinant son extrémité un peu vers l'intérieur, afin d'assurer la stabilité. On découpe sur un verre, à l'aide d'un canif et d'une règle, une bandelette de carton mince à arêtes bien droites et de 1 centimètre de largeur. En fixant à la colle forte ses deux extrémités, on fait un ovale juste assez grand pour que l'anneau en fil de cuivre, mis dans son intérieur, serre son bord inférieur et forme avec celui-ci une surface plane.

La composition destinée à fournir le moule se prépare en plaçant dans un vase de fer, sur un feu doux, 130 gr. de colophane, 50 gr. de paraffine et 50 gr. de mine de plomb, terre d'Italie, vieux moules, etc.; après l'avoir bien mélangée avec un bâtonnet, on décante la matière dans un récipient de fer

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1881, p. 318. — 2. *Photo-Gazette*, 1904, p. 100.

émaillé à manche de petite dimension, en arrêtant avec un carton l'écume qui couvre sa surface.

Le relief, retiré de l'eau et épongé, est couvert abondamment, à l'envers, de colle de dextrine et appliqué sur un verre uni et propre. Avec l'index droit on détruit les bulles d'air entre verre et papier, en égalisant le fond qui entoure l'image et en laissant une certaine quantité de colle sous celle-ci, afin de hausser son relief général sans déformer les détails. On nettoie le relief avec une éponge humide, on sèche avec une peau de chamois; on place dessus la carcasse préparée qu'on tient par sa tige, celle-ci étant tournée à gauche; on verse dans cette forme la quantité de matière nécessaire; l'opération doit être faite en une seule fois. La composition doit être suffisamment chaude pour qu'elle soit bien liquide, mais pas au delà; trop de chaleur détruit le relief.

On rend l'empreinte bonne conductrice de l'électricité à l'aide de plombagine; on isole le fil de cuivre, et le moule est prêt pour la galvanoplastie.

Le moule pour le stuc n'exige pas de fil de cuivre, ni aucun enduit. Le stuc se compose de 2 gr. 5 de gélatine blanche fondue dans 50 c. c. d'eau chaude; on y mélange 15 gr. de blanc d'Espagne en poudre, et on filtre sur une mousseline. Cet enduit est versé presque à froid, en couche de 2 millimètres, sur l'empreinte du moule placé horizontalement; on l'étend avec un pinceau à plume, et on laisse sécher spontanément. Lorsqu'il est bien sec, on y colle un papier blanc. Après un jour ou deux d'attente, une pointe de canif est engagée tout autour, entre moule et stuc; celui-ci s'enlève sans difficulté. On peut aussi mouler le médaillon en plâtre ou toute autre matière se coulant à froid [1].

1931. Montage des épreuves. — Il est quelquefois utile de vernir les épreuves, surtout celles qui sont faites sur papier au gélatino-bromure d'argent; un des meilleurs vernis se prépare en dissolvant 10 grammes de gomme Dannar dans 100 c. c. de benzine pure; on laisse déposer ce vernis après dissolution; on filtre au moment de l'emploi. L'épreuve doit être montée sur un carton assez fort; on le vernit en opérant comme s'il s'agissait de collodionner une plaque, c'est-à-dire en faisant écouler le vernis à la surface du papier [2].

Le *calibrage* des épreuves a une très grande importance et très souvent, quand l'image est terminée, on s'apercevra qu'il y a lieu de supprimer certaines parties qui nuisent à l'ensemble. On ne doit pas craindre de réduire le format de l'épreuve, et pour cela il convient d'utiliser deux feuilles de carton que l'on coupe en forme de **L**, les deux cotés de l'angle droit ayant environ 6 centimètres de large. On choisit un carton de teinte grise d'une face, l'autre face étant brune ou noire; on place l'épreuve de façon à l'encadrer avec ces deux angles droits; on glisse ces sortes d'équerre de droite à gauche, vers le haut ou vers le bas, jusqu'à ce que l'on ait trouvé la meilleure position; on détermine ainsi le format le plus convenable qu'il convient de donner à l'épreuve.

Les épreuves mouillées peuvent être coupées à l'aide d'une pointe ou d'un

1. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1905, p. 43. — 2. *La Photographie*, 1905, p. 13.

canif bien tranchant : on place sur l'épreuve une mince feuille de papier paraffiné tel qu'en emploient les marchands de comestibles ; aussitôt après, on applique sur ce papier la règle de verre ou le calibre et l'on coupe ; il ne se produit ni déchirures, ni accrocs en coupant l'épreuve en même temps que le papier paraffiné [1].

Le blanc, le gris et le noir d'une épreuve sont plus modifiés par les teintes pâles des bristols que par des teintes fonées; les contrastes sont plus accusés avec le vert, le bleu, le violet qu'avec le rouge, l'orangé, le jaune ; ils sont aussi plus accusés avec les couleurs dites froides qu'avec les tons chauds.

Chaque coloration peut fournir deux genres de contrastes, celui résultant de la juxtaposition d'autres couleurs et celui pouvant être obtenu par le plus ou moins d'intensité du même ton juxtaposé, plus pâle, à côté du même plus foncé. Des tons rougeâtres sur fond blanc semblent plus foncés, plus intenses; sur gris sombre ou noir, ils prennent une teinte orangée et s'illuminent davantage : du rouge sombre sur blanc semblera brun, tandis que sur noir il deviendra plus rouge. Une image verte devient plus vigoureuse, plus riche quand elle s'enlève sur fond blanc; sur un fond noir, cette même image á un aspect plus pâle. Le bleu de Prusse sur blanc semble verdâtre et se conserve mieux sur fond sombre. Le bleu pur sur blanc s'intensifie sans apparence de vert; sur noir, au contraire, le bleu devient plus lumineux et son intensité est augmentée.

Les teintes grises ont toujours eu du succès dans le montage des épreuves; elles sont recommandables lorsqu'on hésite, dans les cas douteux.

Le montage n'agit pas seulement sur la tonalité de l'image, mais aussi sur l'aspect de la perspective aérienne. Dans un paysage de montagne, si l'on met sur un fond blanc une chaîne de montagne d'un ton neutre gris, la vue perd toute espèce de transparence et paraît plate; sur un fond convenablement choisi, elle prendra une teinte spéciale et pourra être rendue plus lumineuse et plus brillante.

Il est certain que si un fond et un cadre ne peuvent pas améliorer une œuvre, leur choix, peu judicieux, peut empêcher sa mise en valeur. Il faut se garder d'employer un fond uniforme pour tous les genres d'épreuve, même lorsqu'il est d'une tonalité très tranquille qui n'attire point l'attention; sa tranquillité même peut produire un effet prédominant nuisible à l'épreuve qu'il supportera [2].

Le format du passe-partout se trouve fixé par le format donné à l'épreuve; on peut dire qu'il faut éviter des proportions semblables entre l'épreuve et le passe-partout. Il faut éviter avec soin que les sommets des angles du passe-partout soient en ligne droite avec les sommets des angles de l'épreuve. Quand l'épreuve est à peu près carrée et que la partie sur laquelle on veut appeler l'attention a cette forme, ou si l'on désire en accentuer les lignes verticales, on emploie un passe-partout dont le rapport de la longueur et de la largeur sera légèrement moindre que le même rapport de l'épreuve. Si l'on désire accentuer les lignes horizontales, on choisira un passe-partout dans lequel le rapport de la longueur à la largeur sera plus grand que celui de l'épreuve elle-même [3].

1. *Photo-Gazette*, 1905, p. 104. — 2. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1905, p. 103. — 3. *Camera Crafts*, 1905.

La colle à l'amidon doit être réservée pour le montage des petites épreuves, tandis que la colle forte doit être employée pour les images de grandes dimensions. On prépare une colle d'amidon en délayant dans une capsule de porcelaine 10 grammes d'amidon avec 15 c. c. d'eau; on ajoute 85 c. c. d'eau bouillante en remuant constamment et on porte le mélange à l'ébullition; on prolonge l'ébullition pendant deux minutes de façon à obtenir un liquide visqueux et assez transparent; on retire la colle du feu et quand elle est froide on l'additionne de 4 gouttes d'essence de girofle; on bat le tout avec un pinceau pour mélanger l'essence avec l'amidon. Cette colle est alors passée à travers une fine mousseline que l'on tord légèrement; on la reçoit dans un flacon à large goulot. Elle se conserve pendant un temps fort long si l'on met dans le flacon un morceau de camphre; on étend cette colle à l'aide d'un pinceau dur que l'on promène sur l'épreuve humide.

On peut aussi utiliser avec avantage le produit livré par la maison Bayer sous le nom de *colle sèche*[1]. C'est une poudre colloïde s'agglutinant immédiatement avec l'eau; elle est livrée dans une boîte fermant par un tamis en toile. Les épreuves calibrées, sortant de la dernière eau de lavage, sont posées à plat, image en dessous; on répand alors à la surface de l'épreuve une mince couche de colle sèche. La poudre s'agglutine immédiatement et l'épreuve se trouve dans le même état que si elle avait été enduite de colle ordinaire à l'aide d'un pinceau; il ne reste plus qu'à la retourner, l'appliquer sur le support choisi et passer un rouleau pour chasser les bulles d'air.

Le collage au caoutchouc, à la gutta-percha fournissent de bons résultats s'il s'agit d'épreuves qui ne doivent pas être conservées très longtemps. On utilise de minces pellicules adhésives, constituées par des feuilles de caoutchouc très minces, que l'on coupe de la même grandeur que l'épreuve et que l'on juxtapose à celle-ci sur le carton. On obtient une adhérence suffisante en passant avec un fer chaud sur l'épreuve; on évite ainsi la déformation de l'image.

Les avantages du collage à chaud résident dans la sûreté et la propreté de l'opération, l'absence de déformation de l'image, de tout gondolement du support, si mince soit-il, et de l'inertie chimique de la colle vis-à-vis des substances constitutives de l'image. Le collage s'effectue soit à l'aide d'une presse à copier, soit à l'aide d'un rouleau métallique, tantôt chauffé par une rampe de gaz intérieure, tantôt chauffé avant l'opération sur un réchaud de forme appropriée. On peut se dispenser d'utiliser les feuilles adhésives vernies sur les deux faces en enduisant directement de mixture le dos de l'épreuve ou les papiers d'emmargement utilisés pour le montage. On évite l'imbibition du papier par l'enduit résineux en donnant au papier un encollage supplémentaire appliqué au verso, préalablement au rognage. Si l'on veut monter des épreuves émaillées, cet encollage est donné avant séparation de l'image d'avec ce support momentané. Les épreuves sont disposées à plat sur un lit de papier, maintenues aux quatre coins par des épingles et couvertes d'un mélange de 100 c. c. d'eau, 200 grammes de gomme arabique concassée et 50 c. c. de formol; il est inutile d'ajouter de la glycerine. La couche de cet enduit est bientôt sèche; on étend à sa surface une couche d'un enduit résineux composé de 30 grammes de gomme laque blanche,

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1906, p. 333.

3 grammes de gomme élémi, 5 grammes de baume du Canada sirupeux et 100 c. c. d'alcool à brûler; ou laisse sécher la couche de cet enduit et on procède au calibrage de l'image. On peut, d'ailleurs, comme l'a constaté M. Clerc[1], se servir de vernis à la gomme laque du commerce dans lequel on incorpore simplement de l'élémi et du baume. Pour mettre l'épreuve en place et la fixer provisoirement sur son support, on peut en toucher le dos en deux points avec un agitateur ou une spatule portant gros comme une tête d'épingle de gomme élémi; une pression avec le doigt suffit à faire adhérer l'épreuve jusqu'à collage définitif, soit à la presse, soit au fer à repasser. On peut aussi déposer l'épreuve et le carton sur une plaque de fonte polie placée sur une bouillote à eau chaude et provoquer l'adhérence de l'épreuve et du carton. Le fer à repasser ne doit pas avoir une température supérieure à celle que la main peut supporter; l'emploi de la gomme laque seule nécessite une température plus élevée.

1932. Encadrements. — Les sujets puissants, forts, s'encadrent de préférence à pleins bords; les épreuves délicates se présentent mieux sur un support qui les sépare du cadre. La plupart des photographies ne s'accommodent pas d'un support noir ou blanc, de même que des grosses moulures d'or. Les meilleurs cadres sont ceux présentant une série de baguettes plates ou de profondes moulures entourant l'épreuve de quelques masses de lumière et d'ombre: les lignes doivent courir parallèlement à la longueur de la baguette et ne pas être coupées par des courbes, cartouches, etc. La photographie la mieux encadrée est celle dont on se rappelle le sujet, mais dont on a oublié le cadre[2].

Comme l'a fait observer M. le commandant Puyo[3], le but même de l'encadrement est d'établir autour de l'œuvre une zone aux lignes calmes, aux tonalités éteintes, qui l'isole du tumulte coloré des murs; le cadre doit passer inaperçu. La rectitude architecturale du cadre constitue une opposition discrète et nécessaire à ces lignes souples que nous offre la nature et dont la photographie sait saisir les modulations les plus sensibles.

Les proportions respectives de la marge de carton et du cadre doivent être en harmonie; une marge développée exige un cadre très mince. La marge inférieure doit toujours être un peu plus grande que la marge supérieure, mais sans exagération. Ce n'est que dans quelques cas très particuliers que cette augmentation de la marge inférieure se justifie. L'épreuve doit se trouver dans l'axe vertical du cadre, et ce cadre doit être de nature différente suivant la nature de l'image.

Les épreuves imprimées sur les anciens papiers s'accommodent bien de l'encadrement en plein bois; le cadre en or éteint ou le cadre vert Empire avec rehauts d'or s'applique aux épreuves de teinte noir franc ou sanguine. Pour les épreuves qui ne sont pas d'une tonalité franche, on doit choisir les bois naturels ou teintés en neutre; le chêne doit être réservé pour les cadres minces et étroits qui complètent les encadrements avec marges.

Les bois à grain fin, tels que le pommier, le noyer, le bois blanc, conviennent le mieux aux images qui sont maigres de matière; la teinte pourra

1. *L'Année photographique*, 7e année, p. 116. — 2. *Photo-Gazette*, 1905, p. 19. — 3. *Revue de photographie*, 1903, p. 363.

contraster avec celle de l'épreuve ou être semblable à cette dernière. Par exemple, on encadrera une sanguine dans un cadre vert ou un charbon de ton brun chaud dans un cadre roussi au brou de noix; les noirs francs et les rouges s'accommodent de tout. Seule, la sanguine accepte le blanc; les bleus et les bruns sont les plus difficiles à entourer.

La moulure doit être de coupe peu compliquée, avoir un profil adouci; il faut éviter des arêtes trop accentuées et trop multipliées qui accrocheraient le regard.

Les encadrements avec marges conviennent surtout aux épreuves tirées sur papier à dépouillement. On utilisera avantageusement une combinaison de papiers superposés; ce procédé permet à l'artiste de donner à la marge exactement les proportions et les mesures voulues par lui. Pour la couleur de la marge, on choisira soit dans les gammes franches, soit dans les gammes composites : les premières comprennent les bleus, les verts, les rouges; les secondes sont formées par les gris et par les bruns. On présentera l'épreuve sur des papiers variés et on constatera que les épreuves rouges acceptent, par ordre de préférence, les gammes jaunes, vertes et gris bleu.

Les images de teinte brune redoutent le voisinage des verts et des bleus; elles s'accommodent des jaunes, rouges, bruns, gris. Les images bleues acceptent seulement les marges bleues et grises; les noirs s'accommodent de tout, et si le noir est nuancé de bleu ou de brun, il doit être traité comme les bleus ou les bruns.

Toute épreuve vigoureuse, aux noirs profonds, gagne à se détacher d'une ambiance claire; au contraire, une bordure montée de ton fait mieux ressortir la délicatesse de gris de l'image. La marge sera d'autant plus large proportionnellement que le format de l'épreuve sera plus réduit.

Pour ce genre d'encadrement, on peut employer jusqu'à quatre papiers de tons différents; mais les tons ne doivent pas se suivre par rang de vigueur. Si l'on désigne les tons par 1, 2, 3, 4, 1 désignant le ton le plus clair, 4 le ton le plus foncé, leur succession à partir de l'épreuve ne devra jamais être 1, 2, 3, 4, ou 4, 3, 2, 1. Cette règle s'applique aussi à la marge à combinaisons triples. Si l'on veut faire valoir les noirs de l'épreuve, on place près de celle-ci le ton le plus clair, ou bien un ton foncé si l'on veut faire ressortir les blancs. Pour faire valoir le ciel dans un paysage, on mettra d'abord un ton intermédiaire entre les deux valeurs extrêmes qui se trouvent dans le ciel.

Dans la bordure à combinaisons multiples, on distingue la marge extrême qui sera la plus large en principe; puis, entre elle et l'épreuve, on placera soit un filet et un plat, soit un filet et deux plats de largeurs nettement différentes, soit encore deux filets et un plat.

Le plus souvent, la marge inférieure sera plus grande que la marge supérieure. Si le motif se présente en hauteur, les deux marges de côté seront égales à la marge supérieure; s'il se présente en largeur, les deux marges de côté seront égales à la marge inférieure.

Ces encadrements seront complétés par un bord très étroit dont la tonalité doit trancher, mais sans excès, sur le ton général de la marge. On mettra aux marges claires un cadre blanc; aux marges moyennes, un cadre de bois naturel ou faiblement teinté; aux marges sombres, un cadre noir.

CHAPITRE III.

IMPRESSIONS PHOTOMÉCANIQUES.

§ 1. — Photocollographie.

1933. — Couche préparatoire. — Les dalles destinées à supporter la mixtion bichromatée sont le plus souvent recouvertes d'une couche de bière et de silicate de potasse; on obtient une très grande solidité de la couche de gélatine en utilisant la formule qu'a fait connaître M. Barbier[1]. On mélange 200 c. c. d'eau, 10 grammes de gélatine de Winterthur, 10 grammes de gélatine Nelson nº 2, 40 c. c. d'alcool à 96º, 75 c. c. de silicate de potasse sirupeux et 5 c. c. de solution d'alun de chrome saturé de sulfate de fer. On opère de la manière suivante : les gélatines sont d'abord traitées par 75 c. c. d'eau et 2 à 3 c. c. d'ammoniaque; on marque le niveau du liquide sur la paroi de verre du récipient dans lequel se fait ce traitement, on laisse au contact pendant cinq minutes, on rejette le liquide et on le remplace par l'eau dont on remplit le vase; on renouvelle cette eau deux ou trois fois de façon à enlever l'excès d'ammoniaque; ce riuçage dure environ une heure. Pendant ce temps, la gélatine se gonfle; on verse de l'eau jusqu'au niveau marqué, puis on ajoute 125 c. c. d'eau pour compléter le volume indiqué et faire dissoudre au bain-marie, sans dépasser la température de 60º C.; on ajoute alors l'alcool par petites quantités à la fois en brassant le mélange de façon à éviter la précipitation de la gélatine, on remue et on porte le bain-marie à la température de l'ébullition, que l'on continue pendant un quart d'heure, jusqu'à disparition de l'odeur pénétrante de l'alcool; on ajoute alors le silicate sans retirer du feu et sans cesser de remuer; on chauffe pendant un quart d'heure.

La solution d'alun et de sulfate de fer est alors ajoutée à la gélatine. Cette solution se prépare en dissolvant 10 grammes d'alun de chrome dans 100 c. c. d'eau et portant à l'ébullition; on maintient cette ébullition jusqu'à ce que la couleur violette passe au vert, on ajoute quelques gouttes d'ammoniaque jusqu'à apparition d'un précipité persistant d'hydrate de sesquioxyde de chrome. On prend, d'autre part, des cristaux de sulfate de fer, on les fait passer sous le jet d'un robinet d'eau pour les débarrasser du sel ferrique

1. *Le Procédé*, 1904, p. 175.

qui se trouve à la surface, et on les projette dans la solution d'alun maintenue à l'ébullition; on filtre et l'on conserve cette solution de réserve qui doit contenir une quantité suffisante de sulfate de fer pour que, par refroidissement, il se forme des cristaux de sulfate de fer.

C'est seulement après l'addition de silicate à la gélatine que l'on ajoute la solution d'alun; on chauffe le mélange pendant un quart d'heure, on filtre sur une flanelle et l'on conserve pour l'emploi. Le mélange est étendu avec un blaireau doux sur les dalles bien nettoyées; on sèche à l'étuve. La préparation bichromatée s'étend comme à l'ordinaire sur cette couche; on emploie 7 c. c. de préparation bichromatée par décimètre carré.

1934. Préparation de la surface imprimante. — M. L. Castellani[1] a indiqué un procédé de préparation des dalles phototypiques sans cuisson. On fait dissoudre : A) 24 grammes de nitrate mercureux dans 250 c. c. d'eau; B) 6 grammes d'acide oxalique dans 250 c. c. d'eau; C) 36 grammes de gélatine, 18 grammes de sel marin dans 360 c. c. d'eau. Les solutions A) et B) sont portées à la température de 80° et mélangées; il se précipite de l'oxalate mercureux qu'on lave par décantation jusqu'à ce que l'eau de lavage ne rougisse plus le papier de tournesol. On place alors le précipité dans une capsule de porcelaine dans laquelle on verse la solution tiède de gélatine C), on agite constamment pour émulsionner le produit, on lave ensuite l'émulsion refroidie à la façon habituelle, on la place dans un nouet de canevas pour produire de petits fragments sous forme de vermicelle; ces fragments sont lavés, puis refondus, et le liquide obtenu est coulé sur les dalles phototypiques recouvertes d'une couche préliminaire à la bière et au silicate. Les planches ainsi obtenues sont d'un grain très fin et sèchent rapidement. On les sensibilise par une immersion de trois minutes dans un bain de bichromate de potasse à 3 %. Quelques minutes d'exposition à la lumière suffisent pour donner une image complète se traitant comme les dalles phototypiques préparées à l'étuve; la conservation des planches ainsi préparées est d'assez longue durée.

Certaines planches phototypiques, lorsqu'elles sont sèches, présentent au sortir de l'étuve de petits points plus clairs que la teinte générale de la couche; ces points restent visibles à l'impression et donnent des images défectueuses. Le Dr Valenta a indiqué un moyen d'utiliser la gélatine qui présente ces défauts. On la laisse gonfler dans l'eau pendant une nuit, on fait écouler l'eau et on fait dissoudre au bain-marie à une faible chaleur; la dissolution étant opérée, on laisse refroidir au repos : les grains se précipitent au fond du récipient; on sépare la partie supérieure de la masse gélatineuse qui peut alors être employée sans inconvénients. Dans les grains observés au microscope, on remarque des filaments de nature végétale qui sont la cause de ces points blancs qui apparaissent à l'impression[2].

1935. Mouillage de la planche. — M. L. Montagne[3] a insisté sur les avantages que présente une légère surexposition de la couche photocollo-

1. *Bulletin de la Société photographique italienne*, 5 avril 1905; *le Procédé*, 1905, p. 100. — 2. *Phot. Correspondenz*, 1904, n° 1. — 3. *Le Procédé*, 1904, p. 77, 99.

graphique sous le négatif : une planche surexposée est plus longue à mouiller qu'une planche exposée normalement, mais elle fournit des épreuves plus régulières et un tirage considérable.

Un mélange à parties égales d'eau et de glycérine constitue le bain normal le plus employé. Si la glycérine est dans le mélange en plus grande quantité que l'eau, le bain de mouillage aura tendance à donner des épreuves grises. Son usage est tout indiqué pour des planches obtenues sous des négatifs durs, ou encore par des couches insuffisamment insolées ; au contraire, si la quantité de glycérine est plus faible que la quantité d'eau, le bain de mouillage donnera des épreuves plus brillantes et son emploi devra être réservé aux planches trop exposées et à celles qui seraient obtenues sous des négatifs gris. Les blancs seront plus purs et les demi-teintes plus faibles.

1936. Encrage. — L'encre phototypique livrée par le commerce est toujours très dure ; on y ajoute au moment du tirage une petite quantité de vernis moyen, ce qui permet de modifier l'aspect des épreuves. Une encre trop dure empâtera les noirs et n'encrera pas les demi-teintes; une encre trop chargée de vernis donnera des épreuves grises ; les demi-teintes et les blancs seront recouverts d'un voile. On peut, d'ailleurs, dégager les blancs de l'image en passant vivement le rouleau sur la couche et en appuyant fortement.

Si le tirage se fait à la presse à bras, on peut imprimer une dizaine d'épreuves sans mouiller de nouveau. Lorsque l'image vient régulièrement, on enlève l'encre avant de mouiller ; au contraire, quand l'épreuve paraît voilée et d'un gris général, on mouille par-dessus l'encrage en frottant légèrement les blancs avec une éponge fine : ce mouillage sur encre a une tendance à empâter les noirs et à donner des épreuves plus brillantes. On peut, d'ailleurs, faire le mouillage partiel de certaines parties de la planche.

Au cours d'un tirage, on obtient des blancs très purs, soit dans les marges, soit dans les fonds, en se servant d'un bain composé de 100 c. c. d'alcool à 90° et 10 grammes de potasse caustique. On silhouette au pinceau la partie blanche en laissant ce bain agir pendant une minute au plus; après deux ou trois épreuves, les défauts qui se montrent sur les bords disparaissent.

Pour prolonger un tirage avec la même planche, on peut employer un bain de mouillage fait avec 50 c. c. d'eau, 50 c. c. de glycérine et 50 c. c. de solution d'alun de chrome à 3 %; on laisse ce bain pendant environ une minute sur la planche; on constate alors à l'encrage que les demi-teintes remontent, mais elles disparaissent après quelques épreuves. L'usage de ce bain ne peut être répété plus de deux ou trois fois, car l'image prendrait un aspect gris uniforme.

Quand le tirage est terminé, les planches peuvent être conservées si elles n'ont pas été trop fatiguées à l'impression; on lave à l'essence, on mouille avec parties égales d'eau et de glycérine, on essuie et l'on tamponne fortement. On doit mouiller de nouveau quand on reprend la planche pour un nouveau tirage.

Le procédé qui permet de monter sur un bloc de fonte le verre ordinaire enduit de gélatine bichromatée est quelquefois employé; fréquemment, on

utilise les dalles épaisses de glace : on peut aussi se servir de papiers parcheminés, de feuilles de gélatine bichromatée, etc. M. Balagny[1] utilise comme plaque imprimante une couche de gélatino-bromure d'argent sur une pellicule de collodion et fixée sur une feuille de zinc de 1 à 2 millimètres d'épaisseur; on la passe à la pierre ponce, on la rince, puis, prenant une feuille de gélatine de graveurs un peu plus grande que la pellicule de gélatine à reporter, on la trempe aussi rapidement que possible dans l'eau et on l'applique sur le zinc; on la fixe sur le métal en passant le rouleau, et aussitôt après on prend la pellicule à imprimer qui est formée sur une face d'une couche de collodion et sur l'autre d'une couche de gélatino-bromure bichromatée. Cette pellicule a été exposée sous le négatif, puis insolée par le dos et lavée de façon à éliminer complétement le bichromate; on l'applique toute humide du côté du collodion contre la gélatine, et un coup de rouleau fixe et maintient dans leur position respective la pellicule, la gélatine et la feuille de métal. Au bout de quelques minutes, la solidité devient telle que l'on peut procéder à l'encrage et au tirage de la planche.

1937. Matières colorantes. — L'emploi de l'érythrosine pour colorer la couche de gélatine bichromatée (C. **1702**) permet de diminuer la durée de l'insolation. MM. Calmels et Clerc[2] ont étudié l'action de certaines matières colorantes sur la colle de poisson bichromatée et l'albumine bichromatée. L'augmentation de sensibilité passe par un maximum pour une addition d'une certaine quantité de matière colorante. L'érythrosine BE Poirier, ajoutée à la dose de 2 grammes par litre de mixtion à la colle bichromatée, permet d'abaisser la durée de l'insolation d'environ la moitié; la même matière colorante, ajoutée à la dose de 4 grammes par litre d'albumine bichromatée, permet de diminuer des deux tiers la durée du temps de pose. L'éosine VE de la même marque, ajoutée à la dose de 4 grammes par litre de mixtion à la colle bichromatée, permet de réduire au quart la durée de l'insolation; la même dose employée avec l'albumine bichromatée abaisse la durée du temps de pose de moitié.

Il est à remarquer qu'avec la colle de poisson bichromatée les images sont d'autant plus pures et d'autant mieux modelées que l'on a davantage accru la sensibilité de la préparation, jusqu'à concurrence de la dose limite de matière colorante. Au contraire, dans le cas du procédé à l'albumine, l'accroissement de sensibilité par addition de colorant fait perdre à l'image la relation correcte des valeurs; ce nouveau mode opératoire ne serait donc, en ce cas, utilisable que pour les images de traits, sans demi-teintes.

La maison Ponsin-Druad a mis dans le commerce un nécessaire permettant de pratiquer la photocollographie[3]. Il suffit de posséder une presse à copier pour multiplier les épreuves qui s'obtiennent très facilement.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 250. — 2. *Ibid.*, 1905, p. 377. — 3. *Ibid.*, 1902, p. 229.

§ 2. — Photolithographie.

1938. Orthotypie. — Les procédés usuels de photolithographie ne permettent pas d'obtenir directement les images en demi-teintes. M. Vilim [1] a insisté sur les avantages que présente l'emploi du bitume de Judée pour la mise sur métal ou sur pierre d'images en demi-teintes continues, non tramées, susceptibles d'être transformées en planches se tirant lithographiquement ou typographiquement.

On sait que lorsqu'on ajoute de l'alcool a du chloroforme tenant en dissolution du bitume de Judée, une partie du produit est précipitée en grains opaques extrêmement fins. Un tel mélange de deux liquides non miscibles ne saurait être coulé sur le métal poli ; mais on peut l'étendre sur une surface grainée et poreuse comme la pierre lithographique. L'addition d'éther en proportion convenable rend le mélange homogène ; mais, dans ces conditions, la couche se sèche si rapidement qu'elle fournit à la surface du métal un dépôt granuleux et sans adhérence. On donne à la couche sèche la consistance voulue en ajoutant une certaine proportion de benzine au mélange précédent. On emploie 2 parties de bitume de Judée, 20 parties de chloroforme, 2 parties de benzine, 8 à 10 parties d'alcool, 10 parties d'éther.

Le mélange est étendu à la surface du zinc, du cuivre ou de la pierre lithographique comme l'est la solution habituelle de bitume en photogravure ; on utilise les pierres dures, bleues, de préférence aux pierres tendres ; le grain est d'autant plus régulier que l'étendage est mené plus rapidement. La température doit être comprise entre 15° et 30° C. La plaque ainsi couverte est exposée un instant aux vapeurs qui se dégagent d'une feuille de papier à filtrer imprégnée de benzine : le grain s'accentue alors un peu et prend de la netteté.

L'exposition à la lumière s'effectue sous un négatif ordinaire non tramé ; elle dure en moyenne une heure au soleil. Le dépouillement de l'image s'effectue soit à la térébenthine seule, soit à la térébenthine additionnée d'un tiers de benzine. Dès que le dessin apparaît, on lave sous un jet d'eau et on continue, s'il y a lieu, par traitement local ou en faisant à la surface de la planche des réserves au moyen d'un mélange de gomme arabique épaisse et de miel. Après dépouillement, on donne plus de solidité à l'image en l'exposant un quart d'heure en plein soleil ; on peut alors soit procéder à la morsure de la planche, soit préparer la pierre par les moyens connus.

Les procédés de photolithographie sont surtout employés actuellement pour obtenir des images polychromes.

§ 3. — Phototypographie.

1939. Epreuves pour simili-gravure. — Les images destinées à être reproduites par les procédés de simili-gravure ne sont pas toutes également

1. *Zeitschrift für Reproductions Teknik*, mai 1905; — *le Procédé*, 1905, p. 98.

aptes à fournir de bons clichés typographiques[1]; au point de vue de la facilité et de la perfection des résultats, on peut les classer de la manière suivante :

1° Peinture à l'huile, non vernie, exécutée au noir d'ivoire mélangé d'un peu de terre d'ombre et au blanc d'argent;

2° Peinture au lavis, exécutée à l'encre de Chine mélangée d'un peu de sépia et à la gouache blanche;

3° Positive sur verre, exécutée d'après le négatif original, surtout sur plaque opaline ou diaphane;

4° Epreuve sur papier lent brillant au gélatino-bromure;

5° Epreuve sur papier au citrate d'argent brillant virée en brun pourpré et parfaitement uniforme de ton;

6° Epreuve sur papier albuminé;

7° Epreuve sur papier mat au gélatino-bromure.

En somme, les images doivent présenter de fortes oppositions sans être cependant trop heurtées; on peut dire que les épreuves au gélatino-bromure doivent *toujours* être retouchées par le photograveur avant d'obtenir le négatif tramé. On obtient une très bonne couleur pour retoucher le négatif au gélatino-bromure en faisant *tableau noir* avec une feuille de papier au gélatino-bromure, exposée à la lumière d'une bougie, développée, lavée et fixée; on lave de nouveau et la surface ainsi uniformément noire est placée, gélatine en dessus, sur un verre de même grandeur et maintenue au-dessus d'un récipient chauffé jusqu'à fusion de la gélatine; cette gélatine noire, plus ou moins étendue d'eau, sert a retoucher les épreuves.

Les retouches se font aussi très facilement au moyen de l'aérographe. Quelle que soit la nature de l'épreuve, ces retouches sont des plus importantes; bien des maisons de photogravure ne doivent leur réputation qu'au soin apporté à la retouche des épreuves qui leur sont envoyées.

1940. Emploi des trames. — La trame doit être choisie d'après la nature des travaux à exécuter; le nombre des lignes au centimètre doit être de :

20 à 24	pour les	grandes affiches;
26 à 32	—	journaux imprimés sur les rotatives;
34 à 40	—	impressions rapides sur machines en blanc;
44 à 48	—	transferts photolithographiques;
50 à 56	—	travaux courants d'éditions, périodiques, etc.;
58 à 66	—	revues de luxe et éditions soignées;
68 à 76	—	catalogues de grand luxe;
80 à 90	—	reproductions micrographiques;
96 à 100	—	héliogravures tramées en creux.

La buée se dépose quelquefois sur la trame dont l'effet est alors plus ou moins annulé. On évite cet insuccès, d'après le Dr Miethe[2], en réchauffant légèrement l'intérieur de la chambre noire, soit avec une bouillotte à acétate de soude, soit par tout autre moyen; mais on provoque la dessiccation

1. *Le Procédé*, 1904, p. 92; 1905, *p.* 219. — 2. *Zeitschrift für Reproductionsteknik*, 1904.

de la couche collodionnée. Il vaut mieux recouvrir la surface de la trame tournée vers la couche sensible d'un enduit composé de 12 grammes de gélatine, 25 grammes d'acide acétique et 1 litre d'eau. On peut se contenter aussi de recouvrir la couche d'une solution bien filtrée de 10 grammes d'albumine sèche dans 1 litre d'eau ; il est facile d'enlever cet enduit.

La distance de la trame à la surface sensible doit être correctement établie. Cette distance dépend, comme l'a fait observer Newton[1], de bien des causes : 1° écartement des lignes de la trame : celle-ci doit être d'autant plus éloignée de la plaque que ses traits sont plus gros et plus espacés ; 2° du tirage de l'appareil : la distance de la trame à la plaque sensible croît proportionnellement au tirage ; 3° des dimensions du diaphragme : la trame doit être d'autant plus éloignée que le diaphragme est plus petit ; 4° de la nature de l'original ; 5° des procédés photographiques adoptés par l'opérateur.

Les trois premières causes de variations sont reliées par une formule bien connue (C. **1703**). La netteté générale du négatif est d'autant plus grande que la distance de trame est elle-même plus grande ; il faut donc choisir la distance de la trame la plus grande possible donnant l'effet désiré. Pour un sujet à grands contrastes, on prendra un petit diaphragme et on rapprochera la trame très près de la plaque, de façon à réduire les pénombres.

Le calcul donne bien, théoriquement, la position de la trame ; mais, dans la pratique, une variation dans la sensibilité du collodion, de la température, du bain d'argent, etc., font modifier cette distance.

Le plus souvent, l'emploi d'un diaphragme dont le diamètre de l'ouverture est le 1/90e du tirage est le plus apte à donner, avec une distance convenable de la trame, les points fins et denses dans les ombres, sans exagération de temps de pose et avec un rendu bien gradué des demi-teintes. Il y a cependant lieu, pour certains sujets pour lesquels il faut accentuer les grandes lumières, de commencer la pose avec un diaphragme à très grande ouverture, puis de remplacer ce diaphragme par un plus petit. Par contre, si on ne désire pas accroître les contrastes, on posera plus longtemps avec un diaphragme plus petit. L'emploi successif de ces deux diaphragmes, incapables de donner isolément un résultat satisfaisant, fournit une image présentant toutes les valeurs correctement rendues.

Les établissements Klinsch et Cie ont fait breveter une nouvelle forme de diaphragme destinée à éviter ce changement de diaphragme en cours de pose et cela en vue d'assurer une jonction convenable des points dans l'image des blancs du modèle, sans cependant exagérer les dimensions des points dans les ombres. Ce diaphragme, en forme d'étoile à seize pointes, permet d'obtenir aisément la jonction des points dans les clairs et sans exagération de la pose, même avec d'assez faibles écarts entre la trame et la préparation sensible, ce qui permet par conséquent de n'atténuer que très peu l'original[2].

1941. Négatifs pour similigravure. — Les négatifs pour similigravure doivent être obtenus à l'aide d'objectifs modernes, bien exempts

1. *Le Procédé*, 1904, p. 36. — 2. *Ibid.*, 1905, p. 99.

d'aberration de sphéricité, « piquant bien », et donnant une image bien homogène. Les objectifs apochromatiques sont les meilleurs. Le collodion doit être de bonne qualité et ne pas donner d'images *dures;* il doit être suffisamment perméable pour permettre au révélateur d'agir d'une manière uniforme.

Après le développement au sulfate de fer et acide tartrique et avant le fixage, on lave et on fait un premier renforcement au métol et nitrate d'argent. On prépare un bain contenant 10 grammes de métol, 15 grammes d'acide citrique et 1 litre d'eau; on renforce en mélangeant dans un verre la quantité de bain nécessaire pour couvrir la plaque; on recueille l'excédent dans la tasse à renforcer et l'on ajoute quelques gouttes d'une solution de nitrate d'argent à 4 %. Si le mélange se trouble, on lave la plaque, la tasse à renforcer, et on recommence avec un mélange neuf; on prolonge l'action du bain jusqu'à renforcement radical des grands noirs.

Le négatif renforcé est alors réduit par le cyanure et le ferricyanure de potassium. On mélange 90 c. c. de solution de cyanure de potassium à 1 % avec 10 c. c. de solution de ferricyanure de potassium à 10 % : ce mélange *ouvre* les blancs de l'original, sans presque s'attaquer aux noirs; on lave complètement à l'eau pure et l'on renforce au plomb pour transformer l'argent métallique qui constitue l'image photographique au ferrocyanure d'argent auquel s'adjoint du ferrocyanure de plomb : le mélange de ces deux ferrocyanures, blanc et très opaque, constituant l'image renforcée, est ultérieurement noirci par traitement aux sulfures.

On prépare une solution de 45 grammes de ferricyanure de potassium dans 500 c. c. d'eau et une solution de 45 grammes de nitrate de plomb dans 500 c. c. d'eau; on mélange les deux solutions de ces produits purs, on filtre jusqu'à limpidité parfaite. Cette solution ne se conserve que peu de temps; elle s'altère à la lumière. Le négatif plongé dans ce bain prend progressivement dans toute son épaisseur une teinte jaune faible; on lave complètement et on éclaircit l'image en jetant à sa surface de l'eau acidulée par 2 % d'acide chlorhydrique : le négatif blanchit immédiatement. On maintient le négatif incliné de façon à éviter tout retour d'acide à sa surface, ce qui provoquerait le plus souvent un voile bleu plus ou moins prononcé; on lave à nouveau à l'eau pure et la couche peut alors être noircie comme à l'ordinaire. On utilise une solution de sulfure de sodium pour noircir l'image, on lave et on fait sécher.

1942. Choix du métal. — Les recherches photomicrographiques de M. Pigg[1] démontrent la supériorité du cuivre sur le zinc pour la confection des planches phototypographiques obtenues par le procédé émail. La carbonisation de l'émail provoque un changement de structure du zinc dû à l'échauffement du métal. Dans le métal laminé et poli, la cassure est irrégulière par suite de la dureté du métal et de sa structure très fine. La cassure du métal cuit est très régulière, le métal a notablement perdu de sa résistance et la structure cristalline est très visible, On sait d'ailleurs depuis longtemps que les clichés sur zinc ne fournissent pas un aussi long tirage que ceux sur cuivre.

1. *British Journal of Photography*, 10 février 1905; *le Procédé*, 1905, p. 63.

Au lieu de zinc ou de cuivre, on peut employer soit l'acier, soit le bronze. La dureté et la résistance mécanique considérables de ces corps les rend aptes à supporter sans fatigue de très forts tirages.

Les planches d'acier poli sont dégraissées, frottées à la ponce fine jusqu'à ce que l'eau coule en nappe unie à la surface; on passe la planche pendant quelques secondes dans l'acide nitrique dilué de six fois son volume d'eau, on ponce à nouveau, puis on rince abondamment et on essuie les dernières traces de ponce au moyen d'une touffe d'ouate passée en tous sens sur la planche pendant que celle-ci est tenue sous le jet d'eau; on égoutte la plaque, on verse en son centre une portion d'émail pour chasser l'eau, on égoutte, on verse une nouvelle portion d'émail que l'on étend à la tournette, on sèche, on insole, on dépouille, on fait sécher et cuire l'émail; pendant que la planche est encore chaude, on vernit le dos au bitume et on abandonne au refroidissement complet.

On fait mordre dans un bain de perchlorure de fer liquide à 45° Baumé. Pendant toute la durée de la morsure, on passe à la surface de l'acier un pinceau en poils de chameau montés sur caoutchouc, de façon à enlever des creux la fine poudre de charbon qui reste après l'attaque de l'acier et gênerait la morsure. Après vingt minutes de morsure, le creux atteint un dixième de millimètre et gagne proportionnellement si l'on prolonge l'effet. On rejette le bain quand l'attaque est terminée, on rince abondamment en brossant avec une brosse dure, analogue aux brosses à ongles, on éponge avec un chiffon doux, on sèche aussitôt à chaud pour empêcher la formation de rouille et, après séchage, on brosse une dernière fois avec une brosse fine et un peu dure; une brosse à dents convient bien pour cet usage.

Les plaques en bronze phosphoreux sont d'un grain très fin : on les décape à l'acide chromique dans la proportion de 1 partie d'acide pour 6 parties d'eau; la durée du décapage est portée à une minute. Quand la planche est prête pour la morsure, on fixe aux quatre angles, au moyen de poix, quatre bouchons de même hauteur qui permettront de retourner le métal face en dessous dans le bain de morsure. La plaque est glissée obliquement dans le bain de perchlorure de fer à 35° Baumé, en évitant l'interposition de bulles d'air; la morsure doit durer deux heures pendant lesquelles on doit de temps à autre retirer la planche du bain pour la brosser.

1943. Procédé émail. — Le procédé le plus employé est celui qui consiste à recouvrir le métal à graver d'une mixtion à la gélatine bichromatée. L'addition de blanc d'œuf à la solution de colle destinée à fournir la couche sensible n'est pas indispensable, mais facilite grandement sa conservation en état de parfaite limpidité si le mélange doit être conservé pendant huit ou quinze jours. On emploie 50 c. c. de colle Le Page clarifiée, 30 c. c. de blanc d'œuf, 60 c. c. d'eau et 6 grammes de bichromate d'ammoniaque finement pulvérisé; on secoue fortement le flacon pendant une ou deux minutes; après mélange, on laisse reposer jusqu'à disparition de la mousse, puis on ajoute, goutte par goutte, de l'ammoniaque pour faire passer au jaune faible la couleur de la dissolution. On essaie la colle en l'étendant sur une planche de métal préparée et l'exposant sous un négatif pendant quinze minutes à 30 centimètres d'une lampe à arc de 20 ampères ou dans

des conditions équivalentes. Si la pose est insuffisante, on ajoute par 100 c. c. de colle bichromatée 10 gouttes d'une solution d'alun de chrome à 20 %, et, après brassage énergique, on recommence l'essai, faisant, s'il y a lieu, de nouvelles additions d'alun de chrome jusqu'à obtenir, dans ce même temps de quinze minutes, une image se dépouillant sans danger de soulèvement. Il ne faut pas exagérer, dès les premiers jours, la dose d'alun de chrome dont l'effet continue à s'accroître pendant quelque temps. On filtre alors sur une flanelle pliée en quatre sur un entonnoir adapté à un récipient à filtration rapide. La couche fournie par la colle doit présenter une surface lisse et brillante si la solution est suffisamment dilnée; dans le cas contraire, on additionnera d'eau. La solution est étendue sur le métal; on l'égalise à l'aide de la tournette. Une couche mince est plus sensible qu'une couche épaisse et convient pour les négatifs gris, tandis que l'on conserve une couche épaisse pour les négatifs vigoureux et bien détaillés, à points très denses dans les pénombres et à points très transparents et très ouverts dans les blancs[1].

L'addition d'albumine est proscrite par certains opérateurs. M. Gill[2] a constaté que, quelles que fussent les proportions des autres constituants, une colle sans albumine résistait plus longtemps au bain de morsure qu'une colle renfermant de l'albumine, exposée dans le même temps, traitée dans les mêmes conditions et mordue dans le même bain.

L'emploi des citrates alcalins permet de conserver les préparations pendant un temps assez long. M. J. Ricard emploie une mixtion contenant 325 grammes de colle émail, 16 grammes de colle de Cologne, 20 grammes de bichromate d'ammoniaque, 4 grammes de citrate d'ammoniaque, 3 c. c. d'ammoniaque, 4 grammes d'éosine BE Poirier et une quantité d'eau suffisante pour faire 1 litre.

La colle de Cologne est dissoute à chaud dans une petite quantité d'eau dans laquelle elle se gonfle d'abord; le bichromate et le citrate d'ammoniaque sont dissous chacun dans une autre partie de l'eau, et après dissolution les divers composants sont mélangés. On peut aussi utiliser la formule suivante : 325 grammes de colle émail, 25 grammes d'albumine sèche (ou 40 c. c. de blanc d'œuf), 40 grammes de bichromate d'ammoniaque, 4 grammes de citrate d'ammoniaque, 3 c. c. d'ammoniaque et 4 grammes d'éosine BE Poirier.

La solution d'albumine pour simili gravure se prépare avec 13 grammes d'albumine sèche, 15 grammes de bichromate d'ammoniaque, 20 grammes de colle de poisson, 4 grammes de citrate d'ammoniaque et une quantité d'eau suffisante pour faire 1 litre. Si la préparation doit servir pour les images au trait, on utilise 20 grammes d'albumine sèche, 15 grammes de bichromate d'ammoniaque, 1 à 2 c. c. d'ammoniaque et 4 grammes d'éosine BE Poirier[3].

Il n'est pas utile d'enlever la couche d'émail à la surface des blocs de simili gravure; la couche conservée à la surface de la planche donne un surcroît de creux favorable au tirage et protège en même temps de toute altération le métal du cliché.

Si l'on était obligé pour un motif quelconque d'enlever l'émail, on chauf-

1. *Le Procédé*, 1905, p. 10. — 2. *Ibid.*, 1905, p. 175. — 3. *Ibid.*, 1905, pp. 10, 124.

ferait la plaque comme pour la carboniser et l'on verserait sur elle une petite quantité d'une solution concentrée de soude ou de potasse caustique. On frotte la surface à l'aide d'une brosse sans parties métalliques et l'on donne le fini au cliché en le polissant légèrement ensuite avec un bloc de charbon américain.

L'image obtenue sur couche mixtionnée à la surface du métal n'offrirait pas une résistance suffisante aux agents de morsure; on lui donne la solidité nécessaire en lui faisant subir un commencement de carbonisation.

La planche recouverte de mixtion et séchée est insolée dans un châssis muni de vis de fer, afin d'obtenir un contact parfait entre la couche et le négatif. La pose étant terminée, on desserre les vis, on retire la planche de métal et on la place, couche en dessus, dans une cuvette d'eau froide pendant deux minutes; on rince sous un filet d'eau coulant doucement. On rend l'image visible en la plongeant (après départ du bichromate) dans une solution de 5 grammes de violet d'aniline par litre d'eau : ce bain doit en deux minutes au plus colorer fortement la couche. On passe doucement un tampon d'ouate à la surface de l'image pour aider à son dépouillement; en cas d'excès de pose local, on peut mouiller avec un peu de salive qui, par sa réaction, facilite la dissolution de la gélatine; au besoin, on dépouillera à l'eau tiède. Après dépouillement, on lave, on sèche rapidement au-dessus d'un réchaud, tenant la plaque inclinée pour faciliter l'écoulement de l'eau.

L'image séchée à la surface du métal doit être carbonisée : cette opération ne peut se faire que par cuisson directe, le chauffage à l'étuve ou sur marbre à chauffer exigeant trop de temps. On place la planche sur un gril spécial qui empêche sa déformation et l'on promène sous la planche la flamme d'un fourneau à gaz. L'effet de la cuisson se manifeste par la décoloration : on surveille attentivement l'image qui bientôt réapparaît en jaune clair et passe par toute une gamme de bruns pour atteindre le noir; on s'arrête à la nuance rouge pour le cuivre et pour le zinc au bistre très foncé, sans cependant atteindre le noir. Les plaques de zinc qui ont été cuites ne peuvent plus servir pour le procédé émail, mais peuvent être utilisées pour le procédé à l'albumine ou au bitume.

Après cuisson, la planche est mise à refroidir sur un marbre; il faut avoir le soin de faire pression sur les coins pour redresser le métal et le faire appliquer par toute sa surface. Quand la planche est refroidie, on retouche et l'on procède à la morsure à l'aide des acides ou du perchlorure de fer.

1944. Morsure. — Il vaut mieux faire les grands creux à la machine à échopper qu'à l'aide des morsures successives. En Amérique, l'usage est de donner deux ou trois morsures au plus : on arrive ainsi à terminer une planche en moins de trois heures.

Si l'on adopte le procédé des morsures successives pour obtenir les grands creux, la cinquième morsure de la plaque encore tiède, d'après M. Ch. Chevalier[1], sera précédé d'un encrage au rouleau lisse avec un mélange de parties égales de noir typographique (labeur de bonne qualité) et d'huile de lin

1. *Le Procédé*, 1904, p. 180.

mélangés au couteau-raclette sur la pierre à encrer. Cet encrage doit se faire très légèrement, de façon à éviter que le noir coule. Quand les traits sont bien garnis et la plaque refroidie, on poudre comme à l'ordinaire et on plonge dans le bain de morsure jusqu'à ce que le prolongement de séjour dans ce bain risque de miner le trait. Il est bon, après chaque morsure, d'examiner soigneusement la planche à l'aide d'une loupe compte-fils.

1945. Emploi de l'asphalte. — Un certain nombre d'opérateurs utilisent l'asphalte. La sensibilité de cette substance à la lumière peut être augmentée par sulfuration. On fait dissoudre 12 grammes de fleur de soufre dans 100 grammes de pseudocumène brut du commerce dont le point d'ébullition est de 170° C; on y ajoute 100 grammes d'asphalte brut de Syrie, et l'on fait bouillir dans un appareil muni d'un réfrigérant à reflux pendant trois ou quatre heures. On élimine alors le cumène par distillation sans toutefois pousser à sec. Le résidu noir, analogue à de la poix, est dissous dans vingt-cinq fois son poids de benzine, et l'on obtient ainsi un liquide prêt à être appliqué sur zinc.

1946. Mise en train des clichés. — Les clichés de simili doivent être imprimés sur des machines spéciales; ils nécessitent une mise en train spéciale sans laquelle ils ne donnent que des résultats médiocres. M. Paul Keufer a donné les indications suivantes : le cliché doit avoir une assise parfaite et, pour ce faire, il n'est pas nécessaire de tenir sa gravure plus haute que la lettre. Le bois étant d'aplomb, on passe une simple épreuve, sans excès d'encrage, sur laquelle on réparera, au moyen de quelques béquets, les défauts qui pourraient provenir du bois bombé, creux ou mal corroyé. Le cliché sera déclou\u00e9, limé en dessous à l'emplacement des clous pour enlever toute bavure, et cette mise en train sommaire sera collée entre le cliché et le bois : elle suffira à donner le contact nécessaire entre toutes les parties du cliché et du rouleau, autrement dit à rendre le cliché parfaitement plan. Ceci fait, on recloue légèrement la gravure de façon qu'elle ne puisse glisser du bois et, sur une doublure de trois à quatre feuilles de 10 à 12 kilogrammes, on fait trois épreuves successives sur papier de même force : elles servent à faire ressortir le sujet à représenter.

Sur la première de ces épreuves on découpera toutes les parties claires, on dégagera les ciels, les dégradés, sans chercher à découper les plus petits détails, ce qui serait inutile; sur la deuxième épreuve on découpera les demi-teintes et tous sujets d'importance secondaire ne devant figurer qu'au deuxième plan, et, sur la troisième épaisseur, les noirs pleins. Ces épaisseurs seront collées soit à l'aide de colle de pâte, soit de dextrine, ce qui est infiniment préférable, fixant les noirs sur la première épreuve découpée et l'épaisseur où les demi-teintes ont été dégagées servira à recouvrir le tout; avec son découpage, il faut donc que l'opérateur fasse ressortir soit au premier, second ou troisième plan les différents sujets de sa gravure, proportionnellement à leur importance. Cette opération terminée, le découpage sera collé comme la première mise entre cuir et chair, et le cliché sera définitivement et solidement cloué.

A la première épreuve, l'opérateur s'apercevra du résultat obtenu, et le

peu qui lui reste à faire pour terminer sa mise en train devra être exécuté sur le cylindre; on traitera de préférence au papier de soie.

La mise en train faite, non entre cuir et chair mais sur la face du bois en adhérence avec le marbre, ne peut donner que de mauvais résultats : c'est là ce qui ressort des impressions faites par les petits imprimeurs qui en sont encore à dire que la simili « manque de creux ». Pour les clichés de ce genre, le déclouage est le commencement de la mise en train après que l'on a obtenu la première épreuve d'essai[1].

1947. Procédés divers — M. Ch.-G. Petit a imaginé un procédé qui consiste à utiliser la superposition, avant la morsure, de deux images au bitume de Judée, tramées sous des angles différents et convenablement repérées, ces images comportant, suivant le choix de l'opérateur, des lignes ou des points de différentes formes obtenues au moyen de diaphragmes appropriés. Cette superposition est rendue commode par l'emploi du système de repérage adopté en héliogravure et par l'utilisation judicieuse des propriétés du bitume de Judée qui, par cuisson modérée, devient absolument insoluble dans ses dissolvants habituels[2].

Les clichés de similigravure sur cuivre et sur zinc peuvent être conservés très facilement en les recouvrant d'une mince couche de nickel; on obtient ce résultat à l'aide du produit que l'on trouve dans le commerce sous le nom de *nickéline*.

L'obtention des blancs purs en similigravure, lorsqu'il s'agit de reproductions en fac-similés de dessins au crayon ou au fusain, est assez délicate. M. A. J. Newton a recommandé pour cet objet l'emploi d'un très grand diaphragme pendant une minime fraction du temps de pose. Ce diaphragme, de forme carrée, ne doit pas être trop grand sous peine de provoquer un voile général du négatif; d'autre part, on doit proportionner judicieusement les deux parties de la pose pour que la pose avec grand diaphragme ne vienne pas affecter les dimensions du point dans les noirs du dessin; c'est là un procédé assez simple.

M. Otto Mente utilise une trame de 133 lignes au pouce, un petit diaphragme rond au début de la pose pour conserver au dessin son caractère de dureté; il termine la pose en remplaçant le diaphragme rond par un diaphragme carré dont les côtés sont disposés parallèlement aux lignes de la trame et dont l'ouverture est en relation correcte avec le tirage de la chambre, la distance de la trame à la plaque et l'écartement des lignes de la trame[3].

M. Rolff a fait breveter un procédé d'impression sur étoffe. Le moyen employé consiste à couler sur un cylindre une couche de gélatine bichromatée sur laquelle on fixe, à l'aide d'un composé huileux, une pellicule photographique tramée obtenue par la méthode utilisée en phototypographie. La planche tramée ainsi obtenue peut s'imprimer par les procédés usuels[4].

1. *La Typographie française*, 1905. — 2. *Le Procédé*, 1905, p. 76. — 3. *Ibid.* p. 37. — 4. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 136.

§ 4. — Photoglyptographie.

1948. Procédé à l'asphalte. — Le grainage à l'asphalte de la plaque de cuivre peut être supprimé en utilisant le procédé indiqué par M. Howard Farmer. On imprime, sur la planche couverte de gélatine bichromatée, l'image fournie par une plaque de verre grainée : on obtient un grain insoluble, parfaitement régulier, qui remplace avantageusement celui qui est fourni par la poussière d'asphalte; on expose pendant une ou deux minutes à la lumière d'une lampe à arc. La morsure s'obtient régulièrement par les procédés usuels en faisant agir des solutions de perchlorure de fer à des titres judicieusement gradués.

§ 5. — Photochromographie par procédés mécaniques.

1949. Production des négatifs. — Les négatifs destinés aux impressions trichromes s'obtiennent habituellement à l'aide des émulsions au collodio-bromure. On ne doit pas appliquer à l'émulsion orthochromatique au collodion les méthodes de travail que l'on utilise dans les procédés au collodion humide. Si on laisse aux pénombres la même étendue que s'il s'agissait de plaques au collodion humide, leur effet, considérablement accru par l'irradiation, donnerait un étalement exagéré de chaque point et pourrait même amener la jonction complète des points dans les parties claires : l'effet de la trame serait perdu dans ces régions.

L'émulsion au collodion donne fréquemment une gradation de teintes moins étendue que celle fournie par l'emploi du collodion humide : ce dernier ne donne le noir qu'avec un temps de pose soixante-quatre fois plus grand que celui qui donne l'impression visible, tandis que l'émulsion au collodion donne le noir avec un temps de pose égal à huit fois le temps nécessaire pour l'enregistrement de la première teinte appréciable.

Il faut donc, dans l'emploi de l'émulsion au collodion, amener la trame aussi près que possible de la surface sensible; ce rapprochement est d'ailleurs très limité par le fait que le quadrillage de la trame est tracé, non sur une face externe mais à son intérieur, et par le fait que la plaque est employée à l'état humide; il faut, de plus, utiliser un petit diaphragme de façon à limiter autant que possible la formation des pénombres[1].

Certains écrans jaunes, préparés au moyen de colorants mal choisis, peuvent laisser passer librement la presque totalité de l'ultra-violet, tout en absorbant de façon assez complète le bleu et le violet : c'est le cas des écrans à la chrysoïdine. Si cette cause d'erreur est minime dans le cas où l'on emploie des objectifs de types anciens présentant de fortes épaisseurs de verres notablement colorés qui absorbent la presque totalité de ces radiations, elle prend, au contraire, une importance considérable avec les objectifs modernes, formés de lentilles minces en verre parfaitement incolores, et surtout avec les objectifs apochromatiques où la correction déjà pénible

1. *Le Procédé*, 1905, p. 4.

à réaliser à la fois pour le violet, le vert et l'orangé ne laisse guère de place à une correction supplémentaire pour l'ultrà-violet; on pourra, dans ce cas, utiliser les écrans à l'esculine.

MM. Prieur et Dubois ont fait breveter un châssis pour l'obtention dans les chambres à magasin de négatifs pour la photographie indirecte dite des trois couleurs. Chacun des porte-plaques d'un appareil à magasin est muni d'un écran coloré. L'obtention d'un jeu de trois négatifs pour la photographie trichrome se limite à l'impression successive de trois plaques munies des écrans convenables, sans que l'on ait à se préoccuper de la manœuvre des écrans au voisinage de l'objectif. Ce moyen a été indiqué dans son application aux porte-plaques par M. Naudet[1]. On peut, d'ailleurs, établir des appareils détectives disposés de telle sorte que l'instrument n'ait pas à être retiré de son pied, entre deux poses, pour l'escamotage de la plaque insolée.

Les trois négatifs doivent être développés lentement de façon à obtenir les ombres limpides et les grands clairs perméables à la lumière. Les plaques employées pour les procédés trichromes doivent être revêtues au dos soit d'antihalo, soit d'une pellicule adhésive colorée en noir. Au moment de charger le châssis, on place la plaque au gélatino-bromure sur une feuille de papier noir, on applique le côté noir et gluant de l'adhésif sur un des bords du dos de la plaque et on passe doucement le rouleau de caoutchouc en ayant soin de tenir toujours un des bords de l'adhésif jusqu'à complète application.

Pour obtenir les trois négatifs tramés, on fait tourner dans son plan soit la trame, soit le modèle. M. C. Blecher[2] a indiqué un moyen qui permet de n'employer qu'une seule trame de même dimension que le négatif à exécuter, sans avoir à effectuer aucune rotation soit de la trame, soit de l'original. On emploie une trame dont les deux lignes croisées font des angles de 15 et de 75 degrés avec l'horizontale; cette trame est formée de deux glaces de même épaisseur. On exécute d'abord le négatif du jaune (écran violet), l'objectif étant muni d'un diaphragme allongé dont le long côté est placé à 75° d'inclinaison sur l'horizontale, comme l'est d'ailleurs l'un des systèmes de lignes; puis on retourne la trame face pour face et on amène le long côté du diaphragme à être incliné à 15° sur l'horizontale; on exécute alors le négatif du bleu (écran orangé), puis, sans toucher à la trame, on exécute le négatif du rouge (écran vert) après avoir incliné le diaphragme de $75° + 30° = 105°$ (comptés comme l'on compte les angles en trigonométrie). Dans ces conditions, chacun des négatifs tramés ne porte qu'une seule direction de points, le jaune étant incliné de 30° sur le rouge et le bleu de 60° sur le jaune ou de 90° sur le rouge. L'effet obtenu est exactement celui que l'on obtiendrait par la rotation de la trame ou du sujet.

Chacun des négatifs fournit une planche d'impression qui est obtenue par les procédés usuels de la phototypographie : chaque planche est encrée avec l'encre monochrome de couleur complémentaire de celle de l'écran.

1950. Impression en quatre couleurs. — La difficulté qu'il y a à obtenir le noir par la seule superposition des couleurs primaires et la diffi-

1. *La Photographie*, 1899, p. 10. — 2. *Le Procédé*, 1906, p. 82.

culté de produire des impressions vigoureuses dans certains cas ont fait préconiser l'adjonction d'un quatrième tirage en gris accentuant les tons sombres. On peut obtenir le quatrième négatif par divers procédés : par exemple, on utilisera les plaques panchromatiques et l'on munira l'objectif d'un écran jaune léger.

Les objectifs utilisés doivent être apochromatiques.

Le tirage doit être fait aussi rapidement que possible : MM. Lambert et Cie [1] ont imaginé une machine permettant de faire ces quatre tirages en quelque secondes; on évite ainsi les difficultés de repérage dues au repos et les séchages successifs des couleurs. La superposition pratique des quatre tirages avait été indiquée en 1708 par Gautier. C'est M. L. Vidal qui, en 1872, a proposé d'ajouter sur une lithochromographie une impression photographique donnant le modelé aux différentes tonalités d'un sujet. Quinsac, vers 1884, a fait des travaux d'édition en quatre couleurs, par la photocollographie. M. Namias [2] a indiqué un procédé ingénieux, pour l'exécution correcte du négatif destiné à l'impression du noir lorsqu'on utilise un quatrième tirage. Quand on a obtenu les trois diapositives d'après les trois négatifs sélectionnés, on choisit parmi eux les deux qui, dans leur ensemble, sont les plus transparents; sous chacun d'eux on tire par contact un diapositif pelliculaire : ces deux diapositifs superposés, reproduits en tramés à la chambre noire, sont opaques pour toutes les régions du sujet, sauf celles qui sont grises ou noires; c'est sous cet ensemble que l'on tire la quatrième image correspondant à l'impression du noir.

Tous les opérateurs n'admettent pas l'opportunité de cette impression supplémentaire si les négatifs sont correctement sélectionnés et si le repérage des couleurs est bien réalisé à l'impression; mais dans l'état actuel des procédés photographiques, les plaques, les écrans, les couleurs employés ne satisfont pas aux conditions imposées par la théorie de la photographie trichrome. Certains verts, certains violets laissent à désirer à cause des incorrections pigmentaires qu'on est, pour le moment, hors d'état d'éviter. Il y a donc lieu de faire, dans ces cas particuliers, certaines retouches et au besoin d'ajouter une ou deux planches supplémentaires.

M. Chapman Jones a signalé une cause systématique d'insuccès dans la pratique des sélections trichromes [3]; elle provient de ce que toute différence dans la gradation des gris neutres d'un original entraîne fatalement, sauf retouche ou emploi d'une quatrième impression, la prédominance de l'une des couleurs dans le rendu de ce gris. Il a fait de nombreuses expériences montrant que la gradation n'est pas la même pour les plaques exposées à des lumières de longueurs d'onde différentes. Les contrastes sont plus accentués avec la lumière de plus grande longueur d'onde et ne diminuent un peu que dans les régions les plus denses, la tendance au renversement semblant se manifester plus tôt avec les grandes longueurs d'onde. Ces anomalies ne sont pas dues aux colorants spéciaux employés à la préparation des plaques orthochromatiques ou panchromatiques, car elles se manifestent déjà pour les plaques ordinaires. La différence dans la gradation des

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 135. — 2. *Revue suisse de photographie*, septembre 1906. — 3. *Le Procédé*, 1906, p. 143.

demi-teintes est d'autant plus accentuée que les radiations utilisées sont plus éloignées les unes des autres dans le spectre.

M. C.-G. Zander a imaginé un procédé d'impression polychrome, en quatre couleurs, deux à deux complémentaires. Ce procédé permet d'obtenir des images d'une grande fraîcheur de tons, même dans les nuances réputées jusqu'ici difficiles à reproduire dans la synthèse trichrome. Les couleurs choisies par M. Zander sont le jaune de la raie D ($\lambda = 589$) et un bleu d'outremer de nuance à mi-distance entre les raies F et G ($\lambda = 458$); un vert à mi-distance des raies E et C ($\lambda = 522$) et le rouge purpurine complémentaire de ce vert; il a pu réaliser matériellement ces nuances sous forme d'encres typographiques. Si l'on constitue un *cercle chromatique*, c'est-à-dire si l'on distribue suivant un cercle les nuances du spectre solaire de telle sorte qu'aux deux extrémités d'un même diamètre se rencontrent les nuances complémentaires dont la superposition, à égalité d'intensité, forme le noir, les couleurs choisies par M. Zander occupent les sommets du carré inscrit dans le cercle chromatique. Le choix de ces quatre nuances est donc tel qu'elles permettent la synthèse du plus grand nombre possible de teintes réalisables par quatre couleurs. Chacun de ces deux couples de couleur étant déjà par lui-même capable de constituer, par mélange à parties égales, le noir et les gris neutres, on conçoit avec quelle facilité ces nuances pourront être rendues dans l'image composite. Les écrans colorés, respectivement rouge pourpre, vert, jaune et bleu sont très différents de ceux employés pour la sélection trichrome et s'utilisent de préférence avec un type de plaque aussi complètement panchromatique que possible[1].

BIBLIOGRAPHIE.

Albert (A.). *Das Aluminium in seiner Verwendung für den Flachdruck.*

Allgeyer (J.). *Handbuch über das Lichtdruck-Verfahren.*

Armin (C. L.). *Der Gummidruck in naturlichen Farben.*

Behrens (F.). *Der Gummidruck.*

Blake Smith (R. E.). *Toning bromide and other developed silver Prints.*

Braun fils (G. et A.). *Dictionnaire de chimie photographique.*

Child Bayley (R.). *Photography in colours.*

Clavette (G.). *Les cartes postales et menus photographiques.*

Clerc (L.-P.). *L'année photographique.*

Darby (Paul). *La photographie au charbon.*

Dillaye (F.). *Le tirage des épreuves en photographie.*

Draux. *La photogravure pour tous.*

Ducrot (A.). *Presses modernes typographiques.*

1. *Le Procédé*, octobre 1906.

Eder (Dr J. M.). *Spektralanalytische Studien über photographischen Dreifarbendruck.*
— *Jarbuch fur Photographie und Reproduktionstechnik*, 1903 à 1906.
— *Die Praxis der Photographie mit Gelatine-Emulsionen.*
Emery (H.). *Manuel pratique de platinotypie.*
— *Le procédé à la gomme bichromatée.*
Emmerich (G. H.). *Werkstatt des Photographen.*
Euders (B.). *Der praktische Umdrucker.*
Fabre (C.). *Les industries photographiques.*
Fritsch (Dr G.). *Beiträge zur Dreifarbenphotographie.*
Gaillard (Ch.). *La photographie au charbon.*
Gilibert. *Les ciels dans les diapositives de projection.*
Gross (P.). *Der Gold-und Farbendruck auf kaliko, Leder, Leinwand, Papier, Sammet, Seide und andere Stoffe.*
Jenkins (H.). *A Manual Photo-engraving.*
Hanneke (P.). *Die Herstellung von Diapositiven.*
Hesse (F.). *Die Chromolithographie.*
Hübl (A. v.). *Die Ozotypie.*
— *Three colour Photography.*
— *Die Dreifarben Photographie.*
— *Der Platindruck.*
Kampmann (C.). *Die graphischen Künste.*
Klem (P.). *Handbuch der Paperkunde.*
Koelher (Dr H.). *Die Chemie und Technologie der naturlichen und Kunstlichen Asphalte.*
König (Dr E.). *Die Farbenphotographie.*
Koster (Dr W.). *Der Gummidruck.*
Krüger (J.). *Die Zincogravure.*
Lauber (Dr E.). *Praktisches Handbuch der Zeugdrucks.*
Lichtenberg (C.). *Die indirekte Farbenphotographie in der Hand des Amateurs.*
Liesegang (Dr P. E.). *Die Projektionskunst.*
— *Der Kohledruck.*
Lorilleux. *Les impressions en trois couleurs.*
Maclean (H.) *Photoprinting.*
Manly (Th.). *Ozotype in Gelatine and Gum.*
— *Instruction in Ozotypie.*
Maskell (A.) et Demachy (R.). *Le Procédé à la gomme bichromatée.*
Mercator (G.). *Anleitung zum Kolorieren photographisches Bilder.*
— *Die Diapositiv-Verfahren.*
Miethe (Prof. Dr A.). *Dreifarbenphotographie nach der Natur.*
Muhlthaler (E.). *Moderne Reproduktionstechnik.*
Naudet (G.). *La Photocollographie sur supports souples.*
Osborne, Yellot et Corkle. *Platinotype modification.*
Perscheid (N.). *Photographie in natürlichen Farben.*
Penrose. *The Process Yarbook.*
Pinsard (J.). *L'illustration du livre moderne et la photographie.*
Prieur (P.). *La photographie indirecte des couleurs.*
Puyo (C.). *Le procédé à la gomme bichromatée.*

Puyo et Demachy. *Les procédés d'art en photographie.*
Quentin (H.). *Le procédé ozotype.*
Renault (H.). *Photogomme.*
Renger-Patzoch (R.). *Der Eiweiss-Gummidruck.*
Ribette (A.). *Traité pratique d'héliogravure en creux sur zinc.*
Richards. *The Gum Bichromate Process.*
Roux. *Traité pratique de zincographie.*
Rouyer (L.). *La gomme bichromatée; la pose dans les papiers à dépouillement.*
Schnauss (H.). *Diapositive.*
Schwier (K.). *Die Emailphotographie.*
Silberer (H.). *Anleitung zum Gummidruck.*
Sollet (Ch.). *Traité pratique des tirages photographiques.*
Sommerville (C. W.). *Toning Bromides and Lantern Slides.*
Soulier. *Nouveau traité sur les impressions modernes en couleur.*
Spörl (Hans). *Der Pigmentdruck.*
Thorner (Dr W.). *Die Verwendung der optischen Projectionskunst im Anschauungsunterricht.*
Tranchant. *La Photographie des couleurs simplifiée.*
— *La Photographie au charbon simplifiée.*
Trutat (E.). *Les procédés pigmentaires.*
— *Les tirages photographiques aux sels de fer.*
— *Les papiers photographiques positifs par développement.*
Valenta (E.). *Die Rohstoffe der graphischen Druckgewerbe.*
Verfasser (J.). *The Halftone Process.*
Vidal (L.). *La photographie des couleurs par impressions pigmentaires superposées.*
— *Traité pratique de photochromie.*
Vogel (Dr E.). *Das photographische Pigmentverfahren.*
Weilandt (K.). *Der Aluminiumdruck.*

LIVRE IV

PROCÉDÉS DIVERS

CHAPITRE PREMIER

AGRANDISSEMENTS. — PROJECTIONS.

§ 1er. — Matériel pour agrandissements.

1951. Agrandissements à la lumière solaire. — L'emploi de la lumière solaire permet d'obtenir des agrandissements sur papier au citrate ou tous autres papiers à noircissement direct. La lumière solaire est amenée sur le négatif par un miroir et un condensateur; ce condensateur doit être bien exempt d'aberration sphérique et le cône des rayons lumineux doit traverser librement l'objectif. Un bon objectif à portraits type Petzval donnant à toute ouverture une image bien nette au centre de la plaque est le meilleur instrument à employer; son diamètre doit être assez grand pour que le cône des rayons lumineux, ayant traversé le négatif, ne frappe pas la monture des lentilles. Si cela se produisait, il y aurait lieu de limiter, par une plaque métallique placée entre le négatif et le condensateur, le cône des rayons lumineux; mais, dans ces conditions, la durée de l'impression est fortement allongée; en revanche, l'image est très nette. Cette forme d'appareil était très employée autrefois lorsqu'on imprimait soit sur papier albuminé, soit sur papier au charbon.

Pour agrandir convenablement, il faut choisir dans un négatif la partie à agrandir. Le rectangle déterminé doit avoir ses côtés dans le rapport des côtés de la feuille d'agrandissement; le centre de ce rectangle doit se trouver sur l'axe optique de l'objectif. M. Güntz[1] réalise facilement ces conditions à l'aide de deux angles droits en tôle de fer, de un tiers de millimètre d'épaisseur et de 4 centimètres de largeur environ, pouvant glisser l'un sur l'autre parallèlement à la diagonale d'un rectangle dont les côtés sont ceux de la feuille d'agrandissement au gélatino-bromure. On remplit

1. *La Photographie*, 1905, p. 45.

cette condition en faisant glisser deux points de l'un des angles droits dans des glissières découpées dans l'autre angle droit parallèlement à la diagonale d'un rectangle 13 × 18 ou 18 × 24, suivant le négatif.

1952. Agrandissements à la lumière du jour. — Les agrandissements à la lumière du jour se font le plus souvent à l'aide de la chambre noire à trois corps ou des agrandisseurs spéciaux, démontables ou fixes. Dans ces derniers temps, on a construit un assez grand nombre d'agrandisseurs pliants qui présentent le grand avantage d'occuper très peu de place lorsque l'on ne s'en sert pas; ces agrandisseurs constituent en

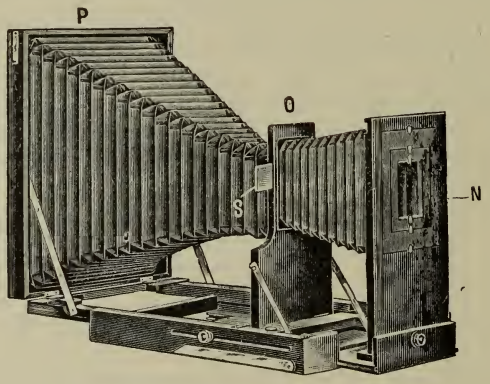

Fig. 138.

somme une chambre à trois corps, et la partie postérieure de certains d'entre eux peut être utilisée comme chambre noire. Un appareil très pratique (*fig. 138*) est construit par M. Hermagis; il permet d'agrandir automatiquement tous les négatifs 13 × 18 et au-dessous en tous formats jusqu'au 30 × 40. Lorsque l'appareil est fermé (*fig. 139*) il n'occupe que les faibles dimensions de 47 × 37 × 11 centimètres; pour l'agrandissement, on utilise un objectif aplanétique.

Les cônes d'agrandissement sont, en général, munis d'objectifs grands angulaires de court foyer; on réalise ainsi une diminution de volume, le tirage de l'appareil étant plus court, mais l'image est moins nette, moins uniformément éclairée que lorsqu'on emploie un rectiligne ou un bon objectif à portraits; ces appareils sont disposés pour donner l'agrandissement soit dans un rapport fixe soit dans un rapport quelconque. Ces derniers sont préférables, car le plus souvent on n'agrandit qu'une faible portion du négatif; dans certains cas, ils sont disposés pour réduire de grands négatifs au format des diapositives de projection.

1953. Agrandissements à la lumière artificielle. — Les appareils d'agrandissement destinés à travailler avec la lumière artificielle ne diffèrent pas sensiblement des appareils de projection. Grâce à la petitesse du point lumineux, l'emploi de l'arc électrique permet d'obtenir les meilleures images pour agrandissement. L'exiguité du point lumineux et la qualité du

condensateur jouent un rôle prépondérant dans la netteté des images obtenues par l'emploi de la lanterne ; on peut avoir de bonnes épreuves, même en utilisant un objectif médiocre, si le point lumineux est très petit et le condensateur bien achromatique. Les qualités du condensateur sont en relations avec son diamètre : plus faible est ce diamètre, mieux sont réalisées

Fig. 139.

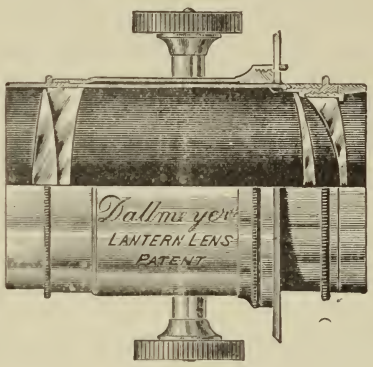

Fig. 140.

les diverses corrections ; c'est ce qui fait que l'on donne la préférence aux condensateurs de 4 pouces à 4 pouces 1/2 (115 millimètres au plus).

L'objectif doit être surtout corrigé de l'aberration de sphéricité. M. J.-H. Dallmeyer a établi pour les lanternes un objectif spécial (*fig. 140*) qui est exempt des aberrations sphériques, chromatiques, et de la courbure du champ ; l'égalité du champ d'éclairage le rend très précieux pour les agrandissements. Les condensateurs établis par le même opticien sont à deux ou à trois lentilles et construits en verres très transparents, exempts de bulles, de stries et des autres défauts, qui sont sans importance pour les objectifs ordinaires mais qui sont visibles sur la surface éclairée et amènent des perturbations considérables dans l'homogénéité du champ d'éclairage.

La disposition adoptée pour l'éclairage du négatif est identique à celle des lanternes de projection. Lorsque les dimensions du négatif sont telles que le rectangle qu'elles constituent s'inscrit exactement dans le cercle lumineux fourni par le condensateur, il n'y a pas de perte de lumière ; mais il n'en est pas ainsi dans la majorité des cas et il y a alors mauvaise utilisation de lumière. Si l'on place le négatif plus loin du condensateur, la lumière ne traverse pas librement l'objectif et les images manquent de netteté. Pour éviter ces inconvénients, on a imaginé d'ajouter à l'appareil d'agrandissement un porte-châssis supplémentaire qui se place entre le condensateur et l'objectif et qui est muni de lentilles de diamètre et de foyers spéciaux aux négatifs à agrandir et aux objectifs appropriés aux grossissements choisis ; ces lentilles négatives se placent contre l'objectif. Enfin, lorsque l'on veut agrandir un négatif de format inférieur à celui pour lequel le condensateur est prévu, on emploie un objectif plus court de foyer que celui qui accompagne l'appareil.

La buée se dépose souvent sur les condensateurs ; on évite cet inconvé-

nient en pratiquant plusieurs ouvertures dans la monture, ou bien en disposant les lentilles entre un système de griffes qui permet aussi de changer les lentilles brisées. Ce système de condensateur est composé de deux parties rentrant l'une dans l'autre et maintenues par un système à baïonnette, ce qui permet de séparer rapidement les deux parties pour nettoyer les lentilles.

M. Belliéni a indiqué l'emploi des verres de lunettes pour modifier la distance focale des objectifs employés pour l'agrandissement à la chambre noire. On peut suppléer par là au manque de tirage des chambres à trois corps, car on diminue ainsi la distance focale des objectifs dans le cas de forts agrandissements [1].

L'emploi de la lumière artificielle comporte presque toujours celui d'un appareil de projection; mais toute lanterne de projection laisse échapper une certaine quantité de lumière blanche qui ne doit pas arriver à la surface du papier sensible. Dans ce but, on peut adapter à l'objectif soit une chambre noire d'atelier, soit une charpente en bois recouverte d'une étoffe noire pour empêcher tout accès de lumière. Un autre dispositif consiste à placer la lanterne contre la porte du cabinet noir et extérieurement. Le chevalet sur lequel on fixe la planchette porte-papier se meut à l'intérieur du cabinet noir.

On peut obtenir des agrandissements à la lumière artificielle sans utiliser de condensateur en se servant de becs à incandescence (Auer ou alcool) devant lesquels on monte parallèlement deux verres dépolis verticaux, très propres, mesurant 16×22 centimètres; on règle l'éloignement des deux sources lumineuses de manière que l'éclairement du verre dépoli extérieur soit aussi uniforme que possible. Ce dispositif est utilisable soit avec une chambre à trois corps, soit avec un agrandisseur automatique quelconque. L'original doit être aussi près que possible du verre dépoli, pas assez cependant pour que le grain du dépoli soit visible; il suffit, en général, de le placer à 2 centimètres. On enferme les becs Auer et les verres dépolis dans une boîte de tôle étanche à la lumière, munie d'ouvertures en chicane donnant une ventilation suffisante, et l'on agrandit l'image en utilisant une simple chambre de touriste munie d'un porte-négatif [2]; l'image agrandie se forme sur le chevalet porte-papier placé à distance convenable. Si le négatif a été développé à l'aide de paraphénylène-diamine, l'image sera très fine et pourra supporter un fort agrandissement.

Ce dispositif fournit de bons résultats dans le cas où l'on agrandit un positif en négatif, ou *vice versa*. Du négatif à agrandir on imprime un positif dont les dimensions seront à peu près le double de celle de l'image primitive; on l'agrandit ensuite à la dimension voulue. Ces opérations peuvent être faites soit à la lumière artificielle, soit à la lumière du jour. Dans ce cas, à l'extérieur d'une fenêtre d'appartement, on place à l'aide de quelques pointes et d'un fil de fer un écran réflecteur blanc, formant avec le carreau un angle de 45°; à l'intérieur, on place dans un cadre intermédiaire le négatif à agrandir, on le dispose verticalement à 1 ou 2 centimètres du vitrage, et en avant de ce négatif on place la chambre d'agrandissement

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1904, pp. 89, 139. — 2, *La Photagraphie*, 1904, p. 25.

munie d'un objectif quelconque, mais capable de couvrir nettement à *f*/10 une surface égale à celle du négatif à agrandir; on masque la lumière ambiante entre le négatif et l'objectif. Deux petites tringles posées sur l'appareil et allant buter par leur extrémité contre la vitre, où elles s'appuient sur un des petits bois de la fenêtre, recevront un voile simplement jeté sur les deux tringles : on obtient ainsi le positif par transparence que l'on retouche et que l'on agrandit ensuite en négatif servant pour les impressions par contact[1].

On constate quelquefois sur certaines épreuves agrandies des lignes doublées; les lignes verticales ne présentent ce défaut qu'à un faible degré. Cet insuccès se produit surtout quand on utilise l'éclairage par incandescence au gaz ou à l'alcool. La moindre vibration faisant osciller le manchon, les courants d'air élevant et abaissant successivement le point le plus lumineux de l'éclairage incandescent font mouvoir l'image dans le sens vertical et doublent les lignes horizontales. Pour remédier à cet inconvénient, il suffit de fixer le bas du manchon, en l'entourant d'un mince fil de fer avant de le flamber[2].

Les cuvettes utilisées pour les agrandissements sont en bois à fond de verre ou en carton durci. On peut établir à peu de frais ces cuvettes; on les recouvre d'un vernis résistant obtenu en faisant dissoudre 100 grammes de gomme damar dans 500 c. c. d'acétone; à cette solution limpide on ajoute 4 parties de collodion obtenu avec 2 grammes de coton-poudre, 60 c. c. d'éther et 40 c. c. d'alcool. On ne doit pas oublier que les solutions fortement alcalines attaquent la couche de vernis. Ces cuvettes sont placées sur un bâti spécial permettant de leur communiquer un mouvement oscillatoire pour faciliter l'action du bain de développement.

§ 2. — Procédés opératoires.

1954. Emploi du papier au gélatino-bromure. — Le papier au gélatino-bromure de grande sensibilité est celui que l'on utilise quand les agrandissements sont faits à la lumière artificielle. L'emploi des papiers au gélatino-chlorure, au citrate et autres papiers par développement n'est pratiquement possible que lorsque les négatifs à agrandir sont éclairés par la lumière solaire. On donne en général la préférence aux papiers rugueux, à gros grains, bien que l'on puisse obtenir de bons résultats de l'emploi des papiers lisses, qu'ils soient mats ou brillants; la retouche est un peu plus difficile sur les papiers brillants.

L'influence exercée par la durée du temps de pose sur la qualité de l'image est considérable. La pureté des noirs ne peut être obtenue que si le temps de pose a été correctement déterminé et cette détermination ne peut être bien faite qu'en exécutant des essais préalables sur des morceaux de papier sensible portant la même qualité d'émulsion que celle étendue sur la feuille servant à l'agrandissement. Si l'on utilise la lumière du jour ou la lumière solaire, il ne doit pas s'écouler trop de temps entre le développement de ces témoins et la production de l'image agrandie; la lumière du jour est, en

1. *La Photographie*, 1902, p. 169. — 2. *Photography*, 1905.

effet, très variable. Ces papiers-témoins sont fixés sur l'écran en des places qui correspondent aux parties les plus intéressantes de l'image; il suffit, en général, de trois ou quatre fragments de papier sensible. Les papiers sont d'abord plongés dans l'eau distillée de façon à ramollir la couche de la gélatine pour que la pénétration du révélateur se fasse facilement.

Il n'est pas nécessaire que le révélateur soit fortement chargé en bromure. Si l'on utilise l'amidol, la quantité de sulfite de soude ne doit pas dépasser 30 grammes par litre d'eau et 6 grammes d'amidol; moins on emploie de sulfite par rapport à l'amidol, plus les blancs sont brillants. On obtient des noirs très intenses avec un bain contenant 10 grammes d'amidol par litre pour 30 grammes de sulfite. L'image arrive assez vite à l'intensité nécessaire pourvu que la durée du temps de pose n'ait pas été dépassée; c'est l'excès de pose qui provoque la formation d'images à noirs jaunes ou verdâtres.

On peut développer *au pinceau* la feuille bien mouillée et dont la gélatine est suffisamment ramollie. Au lieu de pinceau, on peut employer une éponge ou une touffe de coton; ce mode opératoire permet d'effectuer le développement local de certaines parties de l'image.

L'impression et le développement peuvent être faits simultanément; dans ce but, la feuille de papier est préalablement imprégnée de révélateur auquel on ajoute environ 10 °/₀ de glycérine; la couche de gélatine étant bien ramollie, on fait adhérer la feuille de papier à une glace polie, le côté gélatine étant tourné vers l'appareil d'agrandissement; aussitôt que l'image commence à se montrer, on arrête l'impression et on continue le développement dans un bain ordinaire ne contenant pas de glycérine.

Le fixage est obtenu en utilisant l'hyposulfite de soude avec alun de chrome. MM. Lumière frères et Seyewetz ont indiqué[1] la formule d'un bain qui permet de réaliser l'insolubilisation de la couche gélatinée des plaques ou des papiers photographiques dans le bain de fixage. Les proportions d'alun de chrome et de bisulfite de sodium les plus favorables sont 5 grammes d'alun de chrome et 10 à 15 c. c de bisulfite de sodium commercial pour un litre d'hyposulfite à 15 °/₀. Les couches gélatinées ainsi insolubilisées dans le fixage abandonnent par lavage l'hyposulfite qui les imprègne aussi vite que les couches non insolubilisées. Elles peuvent subir tout aussi bien que ces dernières les traitements habituels et peuvent être séchées rapidement à l'aide de la chaleur.

1955. Retouche des agrandissements. — Les agrandissements sont quelquefois obtenus par voie indirecte (**C, 1717**), c'est-à-dire en agrandissant sur glace ou sur papier une diapositive qui fournit ainsi un grand négatif; on imprime alors ce négatif par les procédés usuels. Lorsque l'impression est faite sur papier albuminé ou sur papier au charbon, il est quelquefois difficile de retoucher l'épreuve; la couleur refuse de prendre sur la couche. On prépare alors un encollage en faisant bouillir pendant deux heures 15 grammes d'écorce de bois de Panama dans un litre d'eau; on laisse déposer, on filtre, on complète à un litre et après refroidissement on ajoute 125 c. c. d'alcool et 7 grammes d'acide salicylique. Cet encollage passé

1. *Bulletin de la Société française de photographie*,, 1906, p. 306

sur les épreuves les rend aptes à recevoir l'encre de Chine et les couleurs à l'aquarelle.

La retouche peut d'ailleurs être faite au pinceau ou au crayon. On opère soit par hachures, teintes plates ou pointillé; dans ce dernier cas, on utilise fréquemment le pulvérisateur de couleur dénommé *aérographe* qui permet la retouche par pointillé.

Les papiers au gélatino-bromure peuvent être facilement retouchés en utilisant comme couleur celle qui provient de la réduction par le révélateur d'une couche au gélatino-bromure; cette couleur, identique à celle de l'épreuve, est éclaircie à l'aide d'une solution contenant 100 c. c. d'eau, 15 grammes de gomme arabique, 25 c. c. d'eau et quelques gouttes d'ammoniaque.

Après la retouche, on donne de la transparence aux grands noirs en passant à leur surface une solution de gomme arabique alcoolisée que l'on prépare avec 30 grammes de gomme arabique, 10 grammes de sucre candi, 15 c. c. d'alcool et 300 c. c. d'eau.

§ 3. — Projections.

1956. Diapositives. — Le Congrès de photographie de 1891 a adopté le format uniforme de 85 × 100 millimètres pour les dimensions des diapositives de projection. La forme rectangulaire de la plaque n'a d'autre but que de permettre l'inscription, sur les marges de la vue, du titre du sujet, numéro d'ordre, nom du propriétaire de la collection, etc.

La plupart des appareils de projection étant munis de condensateurs dont les diamètres découverts n'excèdent pas 4 pouces, les dimensions maxima de l'image éclairée sont 72 × 72 millimètres; mais le format carré est un format banal, inusité aussi bien en photographie que dans les autres arts graphiques. L'image destinée à être projetée doit avoir une forme en rapport avec le sujet. Si l'on adopte les formats d'image rectangulaire, le plus grand côté du rectangle ne dépasse guère 75 millimètres, et les dimensions de la plaque 85 × 100 sont exagérées; il suffirait d'adopter[1] les plaques du format anglais 82 × 82, format qui vraisemblablement a été admis parce que les condensateurs donnant les meilleurs résultats ont un diamètre inférieur à 4 pouces et demi.

Il est important de coller les caches et les bordures avec une colle très tenace et qui ne se moisisse pas. On fait gonfler 4 grammes de colle forte dans 20 c. c. d'eau, on ajoute ensuite 60 c. c. d'eau et on fait dissoudre au bain-marie; d'autre part, on a battu 30 c. c. de colle d'amidon avec 20 c. c. d'eau : ce mélange est filtré à la mousseline et ajouté à la solution chaude de colle forte; on additionne le tout de dix gouttes de solution saturée d'acide phénique et on mélange avec soin.

Les bandes de papier noir revêtues de colle se préparent de la manière suivante : dans 1 litre d'eau bouillante on fait dissoudre 325 grammes de gélatine et 325 grammes de sucre; quand le tout est dissous, on laisse refroidir; on ajoute alors 85 c. c. d'alcool à 90°, on étend ensuite cette colle

1. *La Photographie*, 1904, p. 13.

sur des feuilles de papier à aiguille que l'on laisse sécher; après dessiccation, le papier est découpé en bandes de 10 à 12 millimètres de largeur. Il suffit de mouiller légèrement ces bandes avant de les employer pour les verres qu'il s'agit de border. On interpose entre le verre couvreur et le verre portant la diapositive un cache de format approprié : on en trouve de dimensions variées dans le commerce; on peut aussi les découper en utilisant un emporte-pièce du genre de celui imaginé par M. Crasby[1] : une feuille de papier noir, pliée en quatre, est destinée à fournir le cache; la feuille est placée sur une petite tablette en bois percée en son centre d'une ouverture qui correspond à l'ouverture maxima des caches; les parties antérieures du cache viennent butter contre deux arrêts qui peuvent être déplacés suivant le format de l'ouverture que l'on désire obtenir; deux petits blocs à ressort pressent la feuille contre la planchette; enfin, deux lames placées à angle droit, et dont la longueur maxima ne doit pas dépasser la moitié de l'ouverture totale du format, soit 4 centimètres, sont montées sur une tige verticale à ressort et forment l'emporte-pièce, qu'on abaisse d'un coup de poing; un ressort fait remonter la tige porte-couteau.

1957. Appareils de projection. — Les lanternes de projection comportent un condensateur, un objectif et un appareil d'éclairage : ce sont les organes principaux des appareils que l'on trouve dans le commerce et dont les modèles sont très variés. MM. Picot et Giraud ont établi un condensateur de 140 millimètres de diamètre et de 70 millimètres de foyer, à surfaces paraboliques, obtenues au moyen de machines spéciales. Ce condensateur permet d'obtenir un éclairage meilleur que celui réalisé avec les condensateurs usuels[2].

Un assez grand nombre de trousses constituant des objectifs pour projections permettent d'opérer à des distances variables de l'écran. M. Turillon a établi une trousse de trois objectifs destinés à la projection de diapositives des formats 9×12, 85×100 et vérascope. Les trois images obtenues avec les combinaisons de 35, 27 et 17 centimètres de foyer sont de même dimension pour une même distance de l'appareil à l'écran[3]. Des trousses du même genre sont établies par les bons constructeurs.

La maison Busch a établi, sous le nom de lentille à projection Leukar, une série d'objectifs simples de 40, 60, 80 et 100 centimètres de foyer, d'ouvertures respectives *f*/4, *f*/5, *f*/6,5, *f*/8 destinées à obtenir des projections dans des salles de 25 à 30 mètres, sans agrandissements exagérés. Ces combinaisons achromatiques sont construites et ajustées de telle façon qu'elles peuvent être échangées rapidement. Le support de la lentille est constitué par un trépied à tige susceptible d'être élevé verticalement (*fig. 141*). Pour empêcher les rayons de lumière diffuse de se répandre sur l'écran, le support porte un disque de grand diamètre qui rend inutile l'emploi d'un soufflet. A ce disque sont fixés deux diaphragmes mobiles (*fig. 142*) qu'un simple mouvement de rotation permet de placer devant la lentille. Lorsque l'écran est suffisamment éloigné de l'objectif, l'angle embrassé est, dans la pratique, assez faible pour que l'emploi d'un objectif double ne présente

1. *Photography*, n° 732. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1905, p. 102. — 3. *Ibid.*, 1902, p. 53.

aucun avantage sur celui d'un objectif simple dont la construction est plus économique.

L'éclairage le plus fréquemment employé pour la projection est l'éclairage oxhydrique, lorsqu'on ne possède pas la canalisation électrique. L'éclairage par incandescence (bec Auer, alcool) donne des images moins nettes que celles fournies par l'éclairage oxhydrique à cause des dimensions considérables de la surface éclairante ; avec un même appareil, la netteté est d'autant

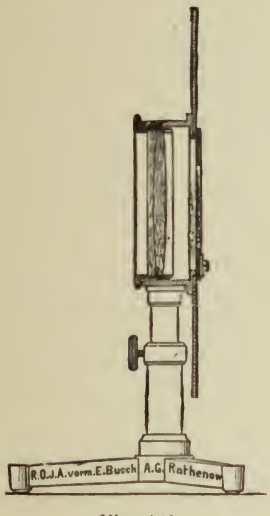

Fig. 141.

Fig. 142.

mieux réalisée que la surface éclairante est plus faible : c'est ce qui fait que, lorsqu'il s'agit d'éclairer des surfaces supérieures à 60 centimètres de côté, l'emploi du pétrole, de l'acétylène et d'autres sources lumineuses à large surface est à déconseiller. La lampe Sol [1], à l'alcool, le modèle Siris de Demaria dans lequel l'alcool dénaturé est amené par capillarité au fur et à mesure de la consommation dans une très petite chambre de vaporisation, constituent de bons modèles ; il en est de même du brûleur à gaz de l'éclairage établi par M. Hubert [2].

L'utilisation de l'électricité est des plus pratiques ; l'un des appareils les plus employés est la lampe de Nernst. On sait que certains corps portés à des températures voisines de 1,500° C. jouissent de la propriété de rester incandescents, même à l'air libre, lorsqu'ils sont traversés par un courant électrique d'une intensité relativement faible. M. Gaumont a fait construire un modèle de ces lampes spécial pour lanternes de projections ; l'intensité lumineuse de cette lampe est de 65 bougies décimales, et elle peut être alimentée en la fixant à n'importe quel support de lampe électrique par incandescence : il ne passe dans la lampe, qui brûle à l'air libre, qu'une intensité

1. *La Photographie*, 1902, p. 170. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 140.

d'un ampère. D'autres constructeurs ont plus ou moins modifié ce modèle. Dans cette lampe, la surface éclairante est plus grande que celle fournie par les lampes à arc. M. Korsten, MM. Radiguet et Massiot, MM. Demaria, etc., ont établi de petites lampes à arc utilisables avec les canalisations ordinaires électriques des appartements : ces lampes suffisent pour des projections de 2 mètres de largeur dans les conditions ordinaires. Le régulateur à main de 150 ampères, construit par M. Gaumont, est spécialement destiné aux installations commerciales de projections cinématographiques : le déplacement du point lumineux peut s'effectuer dans tous les sens et aucune pièce n'a à souffrir de la très forte chaleur dégagée par un arc de 150 ampères.

L'emploi de la lumière oxhydrique est grandement facilité par la préparation de l'oxygène à l'aide des peroxydes alcalins agglomérés en briquettes (C., p. 328). Au lieu d'hydrogène ou de gaz de l'éclairage, on peut utiliser les vapeurs d'éther. Le chalumeau oxyéthérique construit par M. Gaumont présente le maximum de garanties de sécurité par suite de l'isolement du réservoir à éther qui n'est pas échauffé par le rayonnement de la source lumineuse.

Ces sources lumineuses émettent une assez grande quantité de chaleur et le corps des lanternes doit être en tôle. Certains appareils d'agrandissement et de projection peuvent se transformer en appareils d'atelier à long tirage. Le modèle *Centaure* B de MM. Demaria et certains modèles d'autres constructeurs constituent des appareils à usages multiples et à transformations instantanées. L'aspect et l'emploi de l'appareil pour l'agrandissement et la projection restent absolument les mêmes que ceux d'une lanterne ordinaire d'agrandissement.

La Société l'Oxhydrique française a établi un nouveau chalumeau à mélange préalable, avec pastille inaltérable de zircone, permettant d'obtenir des températures très élevées auxquelles ne résisterait pas le crayon de chaux ordinaire. Lorsqu'on emploie le gaz d'éclairage à basse pression, le conduit d'amenée de l'oxygène dans le chalumeau formant injecteur détermine l'entraînement du gaz, ce qui diminue tout danger d'explosion[1].

Le maniement de l'appareil de projection est grandement facilité par l'emploi du châssis passe-vue dénommé par M. Schlesinger *unilatéral automatique*[2]. Ce dispositif permet de recevoir d'un côté de la lanterne le verre à projeter; il le met en place et le ramène ensuite du même côté de la lanterne entre les mains de l'opérateur. Il se compose d'un premier châssis qu'on introduit et qu'on fixe dans la lanterne, de façon que son ouverture rectangulaire vienne se trouver dans l'axe de l'objectif; un second châssis mobile, d'une longueur telle qu'il peut contenir deux diapositives de projection à la suite l'une de l'autre, vient coulisser dans le premier. Ce second châssis est, de plus, assez épais pour que deux diapositives de projections puissent se superposer l'une à l'autre; une cloison ajourée pour laisser voir la vue le partage longitudinalement sur la moitié de sa longueur.

MM. Clément et Gilmer ont facilité l'introduction dans la lanterne des divers systèmes de châssis porte-vue. Ils ont combiné avec la contre-plaque

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 151. — 2. *Ibid.*, 1903, p. 543, et 1904, p. 225.

à ressort un dispositif mécanique à l'aide duquel l'opérateur peut commodément écarter cette contre-plaque avec douceur et parallèlement à elle-même, de telle sorte qu'il peut introduire derrière elle, sans aucune secousse ni difficulté, même dans l'obscurité et sans aide, un châssis porte-vue ou porte-objet d'une épaisseur quelconque. La contre-plaque peut alors être libérée pour s'appliquer aussitôt sur le châssis introduit; cette manœuvre se fait sans ces secousses qui peuvent déranger l'appareil et occasionner la rupture des manchons d'éclairage.

1958. Écrans pour projections. — On utilise le plus souvent comme écrans de projections du calicot de grande largeur, enduit de magnésie et fixé sur des moulures en bois léger dites demi-ronds[1].

La distance de l'appareil à l'écran, pour avoir une image d'une grandeur déterminée, peut être trouvée facilement. Si dans le porte-vue d'un appareil de projection on place un verre dépoli sur lequel on aura dessiné d'avance un rectangle ayant les dimensions des vues à projeter, on pourra observer sur le verre dépoli (après avoir enlevé l'appareil d'éclairage et en ouvrant la porte qui se trouve à la partie postérieure de l'appareil) l'image des objets qui se trouvent devant l'appareil de projection. En installant donc l'appareil ainsi transformé devant l'écran (sans faire l'obscurité dans la salle), on verra l'image de l'écran sur le verre dépoli; si cette image a la même grandeur que le rectangle, alors l'image projetée par l'appareil installé à cette distance aura justement la grandeur de l'écran[2].

1959. Projections en couleurs. — La maison Gœrz a construit, sur les indications du professeur Miethe, un appareil destiné à projeter les photographies en couleurs, obtenues par la trichromie. Le principe primitif de superposer les trois images partielles et de projeter la diapositive ainsi obtenue a été abandonné. Le nouvel appareil[3] de projection se compose d'une simple lanterne pouvant recevoir trois lampes à arc, auxquelles le courant est donné par une distribution commune qui permet d'en varier la force entre 10 et 35 ampères pour pouvoir éclairer des surfaces de projections de 4 à 20 mètres carrés. Les condensateurs ont une ouverture relative très grande; de plus, une cuve à eau froide, commune aux trois condensateurs, est destinée à l'absorption des rayons calorifiques qui pourraient détériorer les positifs. Les objectifs ont une distance focale de 30 à 50 centimètres; les écrans colorés sont fixés devant l'objectif : ils se composent de deux glaces collées entre lesquelles se trouve la couche colorée; chaque écran se place devant le positif obtenu d'après chacun des négatifs trichromes. De cette façon, ainsi que par l'adaptation d'un mécanisme obturateur placé entre le diapositif et les objectifs, les écrans ne reçoivent les rayons lumineux que juste le temps nécessaire; on arrive ainsi à prolonger leur durée.

1960. Projections cinématographiques. — L'entraînement par saccades détériore les bandes cinématographiques et provoque le scintillement

1. *Photo-Gazette*, 1903, p. 163. — 2. *Ibid.*, 1902, p. 144. — 3. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1905, p. 23.

des images projetées. MM. Lumière ont adjoint à leur cinématographe des dispositifs optiques[1] assurant la fixité de l'image sur l'écran pendant son passage dans le champ. Le principe du dispositif employé consiste essentiellement en un système de deux miroirs mobiles substituant à l'ensemble des points mobiles de l'image une autre image rigoureusement de même grandeur et de même forme. Les deux miroirs forment un angle droit et sont placés à 45° de l'axe optique de l'objectif; l'obturation de l'objectif ne dure qu'une très faible fraction du temps d'exposition (1/4 à 1/5e environ) et l'éclairage en est d'autant mieux utilisé.

MM. Radiguet et Massiot ont perfectionné la construction du cinématographe Parnoland et l'ont rendu pratique et économique[2].

M. Gaumont a établi de nouvelles séries de postes de projections cinématographiques qui possèdent tous les perfectionnements que l'on peut demander aux appareils de cette nature. Le mécanisme qui commande certains de ces appareils est relié à un grammophone, de telle sorte que l'on peut reconstituer ainsi des auditions théâtrales. Oscar Master a établi un *biophone* donnant la combinaison du cinématographe et du grammophone[3].

Sous le nom de *Kino*, la maison Erneman[4] a construit une chambre cinématographique du poids de 750 grammes et dont les dimensions très réduites sont de $8{,}5 \times 9 \times 16$ centimètres. Cette chambre noire, qui permet d'obtenir 700 images du format 10×19 millimètres en quarante secondes, sert à la projection des épreuves; il suffit d'enrouler la pellicule positive et de placer l'appareil devant le condensateur d'une lanterne à projection pour obtenir sur l'écran une projection d'environ 1 mètre de côté.

La maison Kamm et Ce, de Londres, a construit un cinématographe donnant une série de 3 à 400 images sur plaque circulaire[5]. Ce *Kammatographe* est de petites dimensions et peut être établi à un prix très réduit.

Les projections cinématographiques en couleurs ont fait l'objet de nombreuses recherches. Le Dr Miethe[6] sensibilise la pellicule dans une solution de rouge d'éthyle à 1 : 35000, et obtient 40 à 50 images par seconde, d'après les procédés de photographie des trois couleurs; les diapositives sont projetées à l'aide d'écrans colorés, et les images se succèdent assez rapidement pour que l'œil reconstitue la couleur.

Les effets stéréoscopiques peuvent être réalisés à l'aide de certains cinématographes spéciaux. Dans le cinématographe de Grivolas[7], on utilise le principe des anaglyphes, et les deux images sont obtenues à l'aide de deux écrans colorés de couleur complémentaire. Le strobostéréoscope de G. Jœger[8] permet de produire l'effet stéréoscopique à l'aide d'un diaphragme rotatif laissant percevoir rapidement chaque image.

1961. Projections stéréoscopiques. — On peut projeter deux images stéréoscopiques et obtenir, à l'aide d'appareils spéciaux, la sensation du

1. *L'Année photographique*, 1904, p. 145. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1904, p. 121. — 3. *Die Phot. Industrie*, 1903. — 4. *Jarbuch für Photographie*, 1904, p. 55. — 5. *Phot. Correspondenz*, 1902, p. 721. — 6. *Phot. Chronik*, 1904, p. 571; *Phot. Wochenblatt*, 1904, p. 388. — 7. *Phot. Chronik*, 1904, p. 492. — 8. *Académie des sciences de Vienne*, vol. CXII, p. 985.

relief lorsque l'on examine ces images sur l'écran (**C, 1722, 1731**). Dans ce but, comme l'a indiqué depuis longtemps d'Almeida, on peut, à l'aide de deux lanternes, projeter deux images stéréoscopiques, l'une au travers d'un verre rouge, l'autre au travers d'un écran vert. La superposition optique par les yeux est réalisée en munissant chaque œil d'un verre d'une seule couleur; les deux yeux unissant à la fois les deux couleurs et les deux images percevront le relief dans une teinte grisâtre.

Les projections stéréoscopiques s'obtiennent à l'aide de diapositives préparées par les procédés usuels. La lanterne de projection doit être munie d'un condensateur de 115 millimètres de diamètre pour projeter des images faites sur verres de 45×107 millimètres; ce condensateur aura 135 millimètres pour des images de 7×15, 170 pour des images de 8×16 et 180 millimètres pour les stéréogrammes de 83×170. Il est bon de laisser subsister entre les deux images stéréoscopiques une distance plus grande que celle qui existe dans les épreuves de format courant.

Les deux images sont projetées sur l'écran à l'aide d'un seul objectif. On peut les examiner, soit à l'aide de l'*apédioscope* de Belliéni, qui est une moitié de stéréoscope à miroir de Cazes, soit en se servant du *stéréoproject* de MM. Demaria frères, appareil qui est à peu près identique au stéréoscope Cazes. M. Papigny a fait construire par M. Mattey une jumelle de théâtre appelée *stéréo-télescope;* grâce à un système de prismes placés à l'intérieur, l'appareil permet la vision stéréoscopique des images projetées.

Il est d'ailleurs facile, comme l'a indiqué M. Knight, de construire un appareil permettant la vision stéréoscopique sur l'écran. Une planchette en bois mince ou en métal est percée de deux ouvertures correspondant aux deux yeux; l'œil gauche examine l'image gauche directement à travers la première ouverture; l'œil droit regarde l'image droite à travers la seconde ouverture par l'intermédiaire de deux miroirs, l'un fixe, l'autre mobile autour d'une charnière; on oriente ce miroir de manière à superposer les deux images. Un écran en carton, mobile le long de la cloison séparative, est placé de manière à cacher l'image droite à l'œil gauche et l'image gauche à l'œil droit.

L'appareil le plus simple est celui qui permet de percevoir le relief d'un stéréogramme projeté sans l'interposition entre l'œil et l'image d'aucun appareil réflecteur ou réfracteur. Ces stéréoscopes directs sont constitués par une boîte en bois ouverte sur un côté; la face opposée est percée de deux trous dont la distance correspond à celle des yeux. La dimension et la position de l'ouverture percée sur le côté opposé sont déterminés de telle façon que l'œil droit ne puisse voir que l'image placée à gauche et l'œil gauche que l'image placée à droite. Les bords de cette ouverture sont munis de languettes qui permettent de régler ses dimensions d'après la grandeur et la distance des images observées. On facilite l'adaptation en mettant dans le plan de l'ouverture un objet de petites dimensions, qu'on regarde d'abord, ce qui oblige les yeux à prendre la convergence voulue. Au début, l'œil éprouve une certaine fatigue, car les images tendent à se séparer; cet effet ne dure que très peu de temps et le relief acquiert de la stabilité. M. Chorretier a construit plusieurs modèles de ces stéréoscopes diaphragmatiques.

Les appareils destinés à projeter les stéréogrammes sont assez nombreux.

MM. Demaria frères ont construit sous le nom de *Diana* B *Congrès*, etc., des lanternes de projection permettant de projeter des vues stéréoscopiques depuis le format 45 × 107 jusqu'au format 85 × 170; chaque stéréogramme est introduit dans le châssis à diapositive, manœuvre qui est un peu longue et quelquefois délicate à cause du format de l'épreuve.

L'un des meilleurs appareils pour ce genre de projection est construit par M. Gaumont. Dans une lanterne spéciale à projections, on dispose le *stéréodrome* de ce constructeur; les oculaires sont enlevés, l'appareil est placé sur des cales inclinées, de manière à ramener dans une position sensiblement verticale le châssis dans lequel se présente la diapositive. Il suffit pour faire défiler les vues de manier la manette du stéréodrome comme d'habitude; grâce à un dispositif spécial, on peut projeter soit les vues stéréoscopiques, soit les vues simples, en amenant le centre du condensateur, le centre de la vue simple et le centre de l'objectif sur une même droite. Pour masquer l'élément qui ne doit pas être projeté, on peut baisser une petite trappe placée à l'intérieur de la lanterne, et pour éviter aux spectateurs la vue d'un mouvement ascensionnel, toujours fatigant, un petit volet se relève brusquement lorsque la diapositive arrive à sa position de projection; quand le stéréogramme descend, le volet retombe aussitôt, intercep-

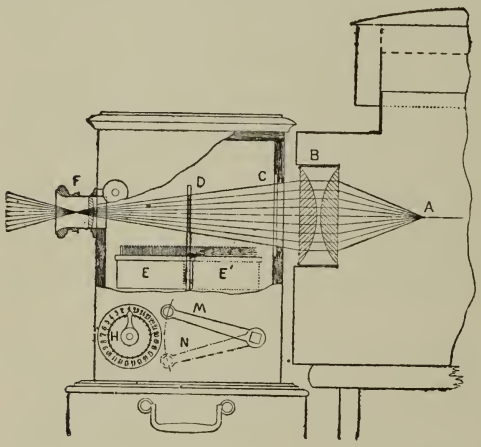

Fig. 143.

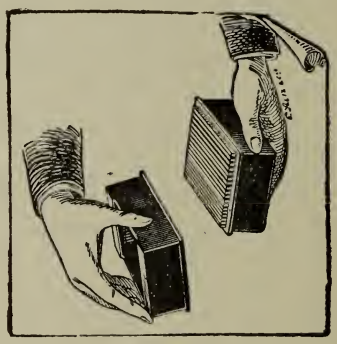

Fig. 144.

tant le faisceau lumineux jusqu'à ce que le positif suivant, arrivant à sa place, vienne le soulever à nouveau. La partie antérieure de la lanterne est mobile et permet le changement rapide d'objectif.

Le *taxiphote* Richard (**C, 1730**) peut également servir, soit pour la projection de vues simples, soit pour la projection de vues stéréoscopiques. La source lumineuse se place en A (*fig. 143*), le condensateur en B, le stéréogramme à projeter monte en D, et son image se forme sur l'écran soit par l'oculaire F du taxiphote, soit par un objectif spécial disposé à la place des oculaires usuels; dans ce cas, on utilise une lanterne spéciale à condensateur de foyer relativement long à cause de la distance des diapositives au condensateur. Les diapositives à projeter doivent être placées renversées,

le ciel en bas, à cause du redressement produit par l'objectif. On y parvient facilement au moyen d'une boîte à rainures dans laquelle on place vingt-cinq diapositives du format du vérascope ; en appliquant sur cette boîte une autre boîte vide (*fig. 144*) et en renversant le tout, les vingt-cinq diapositives de la première passent dans la deuxième, mais complètement renversées.

Les stéréoscopes classeurs qui, le plus souvent, peuvent être disposés pour la projection, présentent le très grand avantage de préserver les diapositives de toutes les détériorations qui se produisent si facilement pendant les manipulations effectuées rapidement dans l'obscurité.

MM. Schmidt et Dupuis ont réalisé d'une façon pratique les projections stéréoscopiques *à éclipses* dont le principe a été indiqué en 1858 par d'Almeida. Le dispositif comprend deux parties : 1° le poste de projection stéréoscopique permettant de projeter sur l'écran les deux éléments du diapositif stéréoscopique, et 2° les jumelles à vision stéréoscopique permettant à un grand nombre de spectateurs de percevoir le relief des vues projetées. Les deux éléments du stéréogramme sont alternativement projetés sur l'écran à l'aide de deux objectifs de projection, grâce à l'emploi de miroirs tournants : la projection de chacune des images s'effectue avec une vitesse qui n'a pour limite que la vitesse de rotation du miroir. Le relief stéréoscopique s'obtient par l'interposition, entre l'écran et l'observateur, d'un obturateur fonctionnant synchroniquement avec le miroir tournant, de façon à ne découvrir l'œil droit qu'à la projection de la vue correspondante et *vice versa*. C'est à l'aide d'un mécanisme électro-magnétique, relié électriquement au poste de projection, que l'on obtient le synchronisme nécessaire à la vision stéréoscopique. Le principe de cet appareil avait été indiqué par Volpicelli[1].

Les projections stéréoscopiques par anaglyphes ont été réalisées par M. Petzold[2], de Chemnitz. Il imprime les deux diapositives sur deux verres, les met en contact en les montant comme les diapositives de projection. On sensibilise des plaques à la gélatine dans un bain de bichromate de potasse à 1 %, on lave légèrement et on fait sécher dans l'obscurité. Pour l'image qui doit être coloriée en vert, on expose pendant une heure sous le négatif; pour celle qui doit être coloriée ponceau, on expose pendant une heure et demie. L'image doit être très visible en une teinte brune sur fond jaune; on lave pendant vingt minutes pour éliminer l'excès de bichromate et on plonge dans les bains de teinture : on obtient ainsi des positifs colorés. On colle les deux épreuves l'une sur l'autre, de telle façon que les parties qui donnent le plus d'effets stéréoscopiques se couvrent approximativement. Il n'y a pas lieu d'apporter trop de soin à cette opération, parce que les yeux, armés de lunettes à verre de couleur, superposent très facilement les deux images dont l'une doit être retournée.

1. *La Photographie*, 1904, p. 35. — 2. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1904, p. 76.

CHAPITRE II.

STÉRÉOSCOPIE.

§ 1er. — Matériel.

1962. Chambres stéréoscopiques. — Les négatifs stéréoscopiques peuvent être obtenus soit à l'aide d'appareils spéciaux munis de deux objectifs, soit à l'aide d'une chambre noire munie d'un objectif que l'on place en deux stations différentes. Le premier procédé est de beaucoup le plus employé, et l'on a construit un assez grand nombre de chambres noires permettant d'obtenir facilement des négatifs destinés à être imprimés stéréoscopiquement.

Les Congrès de photographie ont admis que les épreuves stéréoscopiques seraient au format de 70×136 millimètres, constitué par deux vues simples de 70×66 millimètres, séparées par un intervalle de 5 millimètres. Il n'existe pas d'appareil donnant des épreuves au format du Congrès : celui qui s'en rapproche le plus est le 7×15 centimètres, soit le tiers du 15×21 ; le 6×13 est trop petit et le 8×18 (tiers du 18×24) ou le 9×18 sont trop grands; *a fortiori*, le 12×18, adopté par bien des opérateurs, donne des épreuves que l'on est obligé de rogner fortement; ce format est souvent employé parce qu'il permet, pour les vues de monuments rapprochés, intérieurs, etc., l'emploi d'objectifs grands angulaires qui, en réalité, n'existent pas pour le format stéréoscopique : on réduit alors le négatif obtenu sur plaque 13×18 ou même 15×21 et l'on obtient ainsi une vue à grand angle, produite ainsi à l'aide d'objectifs de 5 à 7 centimètres, qui ne sont pas des foyers *grands angulaires* pour le format classique.

Pour l'impression des diapositives sur verre, on peut fort bien adopter le format de 45×107 millimètres : c'est le format dit du *vérascope*, les plaques et les appareils sont légers, se manipulent aisément, et les négatifs obtenus à l'aide de ces instruments peuvent être très facilement amenés au format du Congrès pour le tirage par développement des épreuves sur papier. En employant un bon stéréoscope, les images sur verre, obtenues avec des plaques 45×107, sont tout aussi lisibles que celles faites sur le format 8×18 ou 9×18. Les dimensions 45×107 et 6×13 sont actuellement celles qui sont le plus employées.

Il vaut mieux faire les deux négatifs stéréoscopiques sur une seule plaque que sur deux plaques séparées; la plaque oblongue permet, avec la plupart des appareils, l'obtention de vues panoramiques, vues en hauteur, cartes postales, etc.

Les appareils de petit format sont, en général, munis de châssis-magasin; l'emploi des châssis doubles est surtout recommandable pour les appareils de format supérieur au 7×15 : l'avantage des châssis réside en ce qu'ils permettent l'emploi de plusieurs variétés de plaques. Les objectifs et l'obturateur doivent être minutieusement choisis et essayés.

Les appareils de petit format doivent être rigides, d'une seule pièce, du genre jumelle; les appareils du genre folding, ou encore du type ordinaire des chambres à soufflet, seront réservés aux formats supérieurs au 6×13, parce que l'appareil pliant ne présente pas une rigidité suffisante pour permettre l'emploi d'objectifs de court foyer. Quel que soit l'appareil choisi, il doit être à décentrement, sous peine de se contenter d'une ligne d'horizon toujours au centre de la plaque.

Les chambres noires stéréoscopiques de format moyen doivent être établies de telle sorte que les objectifs soient montés à écartement variable : le plus souvent, les axes des objectifs se projetteront au centre de la moitié de la plaque employée. Au tirage, on renversera les vues et l'on mettra les points homologues à un écartement normal des yeux si l'on veut obtenir des images susceptibles d'être examinées sans fatigue.

L'emploi d'une seule chambre noire munie d'un objectif est réservé aux sujets qui permettent de faire poser la plaque pendant plusieurs secondes. On a depuis longtemps construit des planchettes dites *stéréoscopiques*, permettant d'obtenir successivement les deux négatifs nécessaires pour l'effet stéréoscopique (I, p. 259). Le stéréosocle de M. Target se compose d'une planchette métallique, munie de buttées mobiles, qui servent à assurer la position de la chambre noire. On règle la distance des deux règles mobiles de telle sorte que leur écartement soit égal à la largeur de l'appareil, augmentée de 65 millimètres, représentant l'écartement adopté dans la plupart des chambres stéréoscopiques. Ce réglage opéré une fois pour toutes, on prendra les deux vues successivement en appuyant l'appareil sur la buttée de gauche pour l'une, et sur la buttée de droite pour l'autre. La planchette oscillante de M. Gaumont permet d'obtenir le même résultat et donne une distance variable des objectifs.

Cet écart des objectifs est insuffisant si les objets que l'on photographie sont très éloignés et, en particulier, si l'on utilise le téléobjectif. M. Belliéni a recommandé, pour les objets rapprochés de moins de 100 mètres, de prendre autant de centimètres d'écartement entre les deux positions que l'on aura de mètres de l'appareil au sujet, soit le centième de la distance. Si dans un panorama il y a des premiers plans relatifs et des lointains, on prendra un écartement moins grand, soit un deux centième de la distance. L'appareil doit être placé bien horizontalement, et le système de visée doit être suffisamment précis pour que le même point se trouve au centre de la plaque dans chaque vue. M. Belliéni a construit, pour une mise en station précise, un niveau dont l'emploi est des plus pratiques avec les jumelles et appareils analogues. Dans la deuxième station, l'appareil doit être à la même altitude que dans la première; celle-ci étant choisie au moyen du niveau, on fixe la jumelle dans une position rigoureusement horizontale. On fait sur le terrain, perpendiculairement à l'objet à reproduire, une visée horizontale en utilisant l'œilleton et le réticule du viseur ordinaire, et l'on repère ainsi la position horizontale de la seconde station. L'emploi d'un

verre jaune, multipliant la pose par 12 et des plaques orthochromatiques ocrées, augmente sensiblement la finesse de l'image dans les lointains[1] : on obtient par ce moyen des épreuves qui permettent d'apprécier aisément la configuration du terrain.

La plupart des chambres noires des formats 13 × 18 et 15 × 21 sont munies d'une séparation mobile qui permet d'obtenir, à l'aide de deux objectifs fixés sur la même planchette, les négatifs stéréoscopiques. Les chambres *Folder*, *Quadra* de Demaria, celles de tous les bons constructeurs sont établies dans ces conditions ; nous avons, d'ailleurs, décrit les principaux de ces appareils (**1728**, **1729**).

1963. Stéréoscopie des objets rapprochés. — M. Colardeau a fait construire par M. Richard un banc optique permettant d'appliquer le vérascope à la reproduction stéréoscopique des objets rapprochés. Il fixe l'appareil photographique sur une règle de grande longueur, oscillant autour de de son extrémité postérieure, et il centre successivement les deux images de l'objet par le déplacement angulaire de la règle. En pratique, la règle, dont la longueur devrait, pour les objets rapprochés de 15 à 20 centimètres, avoir une longueur de 1 à 2 mètres, se trouve remplacée par une planchette beaucoup plus courte, munie vers ses extrémités de deux coulisses inégales dont les longueurs représentent respectivement le déplacement angulaire correspondant à celui de la règle. Un dispositif fort simple permet de fixer, selon la distance du modèle, l'angle du déplacement. Celui-ci étant déterminé, il n'y a plus qu'à obturer l'un des objectifs, à photographier l'objet d'un côté et à répéter la même opération en découvrant le premier objectif et obturant le second.

L'écartement réel des objectifs est toujours plus faible que celui qu'ils présentent sur l'appareil. Cet écartement varie naturellement selon le déplacement angulaire de la planchette et permet d'augmenter et de diminuer la sensation du relief en raison directe de l'amplitude du déplacement. Un système de rallonges ajustables à l'arrière du vérascope, combiné à toute une série de bonnettes d'approche, permet la mise en place et la mise au point sur le verre dépoli, de sorte que l'opération s'effectue aussi facilement qu'avec une chambre ordinaire[2].

M. Max Lœhr a indiqué les écartements suivants pour les reproductions d'objets rapprochés en utilisant des objectifs de 85 millimètres de foyer.

Distances de l'objet.	Réduction produite.	Ecart des objectifs.
2 F = 17	Egale.	31mm5
3 F = 25,5	2 fois.	42 —
4 F = 34	3 —	47 —
5 F = 42,5	4 —	50 —
6 F = 51	5 —	52 —
7 F = 59,5	6 —	54 —
9 F = 76,5	8 —	56 —
11 F = 93,5	10 —	57 —
21 F = 178,5	20 —	60 —

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, pp. 111, 533. — 2. *Journal de physique*, juillet 1902.

Soit un objet à une distance D d'un appareil pour obtenir un relief correspondant à celui qu'on aurait obtenu dans la photographie d'un objet placé à la distance d d'un appareil stéréoscopique comportant un écartement e des objectifs, on écartera les deux stations d'une distance E donnée par la formule :

$$E = \frac{D}{d} \times e .$$

Dans la pratique, pour les objets rapprochés de moins de 100 mètres, on prendra autant de centimètres d'écartement entre les deux stations qu'il y a de mètres de l'appareil au sujet, soit 1/100e de la distance; pour une vue panoramique présentant des premiers plans relatifs et des lointains, l'écart pourra être moindre, soit 1/200e de la distance du sujet principal.

§ 2. — Tirage des épreuves stéréoscopiques.

1964. Châssis transposeur. — La photographie stéréoscopique doit nous faire voir, par l'image, la nature telle que nous la percevons à l'aide de nos yeux; or, le mécanisme de la perception du relief est bien loin d'être connu dans tous ses détails, de telle sorte qu'il est à peu près impossible d'établir des règles précises pour la confection des images stéréoscopiques. On peut établir des théories géométriques de la formation et de la perception des images en relief; mais ces théories, qui supposent deux points fixes, ne s'appliquent qu'en supposant les deux yeux absolument fixes dans l'examen des épreuves, ce qui est inexact. Elles n'ont pu, d'ailleurs, expliquer pour quelles raisons deux images identiques, montées en stéréogramme et examinées au stéréoscope, font percevoir un relief presque toujours satisfaisant. L'expérience a indiqué certaines règles dont il convient de ne pas s'écarter dans la pratique : en particulier, la distance des points homologues doit être comprise entre 72 et 63 millimètres; mais dans bien des cas particuliers, on peut aller au-dessus et au-dessous de ces chiffres[1].

Les dimensions des lentilles du stéréoscope ont une certaine importance; plus le diamètre de ces lentilles est grand (jusqu'à 30 millimètres) plus facilement se fait l'examen stéréoscopique.

M. Marteau[2] a fait construire par la maison Mackenstein un châssis transposeur qui, respectant rigoureusement les décisions du Congrès de 1891, permet : 1° de l'accommoder à la dimension réelle des plaques négatives et positives; 2° de choisir, par le jeu de l'écartement des deux fenêtres et de la position du négatif par rapport à ces fenêtres, des images semblables; 3° d'assurer à la positive une mise en place rigoureuse et même de corriger certains défauts de mise en plaque que peut présenter le négatif. Les éléments de cet appareil (*fig. 145*), fenêtres, emplacement du négatif, glissières, buttoirs, sont mobiles et réglables à volonté.

On peut aussi imprimer les diapositives par copie à la chambre noire : le

1. *La Photographie*, 1905, p. 45. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 491.

négatif peut alors être réduit ou agrandi, et l'on opère comme s'il s'agissait d'obtenir un agrandissement à la lumière diffuse. On détermine aisément la distance à laquelle il convient d'opérer pour obtenir l'agrandissement ou la réduction désirée. Soient, en effet, L une dimension de l'image que l'on

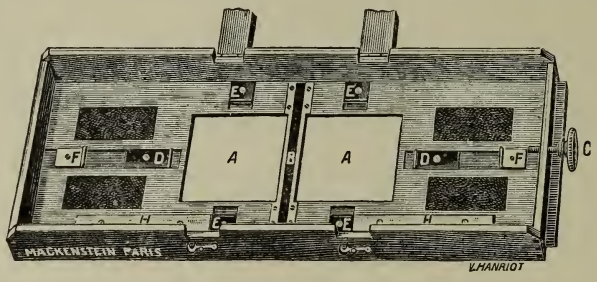

Fig. 145.

veut réduire à la longueur l, soit f le foyer de l'objectif et D la distance du point nodal d'émergence de l'objectif à la plaque, on aura :

$$D = f\left(1 + \frac{L}{l}\right);$$

on peut aussi déterminer le tirage t de la chambre donnant pour cette réduction une image nette :

$$t = f\left(1 + \frac{l}{L}\right).$$

On utilise une chambre noire munie d'un chariot multiplicateur ou, à défaut, portant une planchette à décentrement horizontal suffisamment étendu pour que l'axe de l'objectif puisse se projeter aux centres des deux extrémités de la plaque ; on déplace l'objectif de façon à inverser les images et l'on protège par un rectangle de carton noir placé à l'intérieur de la chambre et à peu de distance du châssis négatif la portion de la plaque sensible qui ne doit pas être exposée; les centres du milieu du négatif, l'axe de l'objectif et les centres des deux moitiés de la plaque sensible doivent se trouver sur la même droite. Si l'on ne reproduit qu'une portion du négatif, les mêmes points doivent se projeter aux centres des deux moitiés de la plaque diapositive dont les dimensions doivent être tracées sur la glace dépolie.

1965. Procédés opératoires. — On demande aux épreuves stéréoscopiques, et en particulier aux épreuves sur verre, une très grande finesse. Les papiers à la celloïdine, ceux au citrate brillant, au bromure lisse sont le plus fréquemment employés : ils donnent des images qui supportent fort bien le grossissement produit par les oculaires du stéréoscope. S'il s'agit d'épreuves de petites dimensions (45 × 107 et 6 × 13) on donnera la préférence aux papiers fournissant les images les plus fines.

Les procédés de tirage de ces papiers par noircissement direct ou par développement ne diffèrent en rien des procédés de tirage usuel.

L'impression des diapositives stéréoscopiques s'effectuait autrefois en utilisant les procédés à l'albumine ou ceux au collodion sec : ces procédés donnent des images d'une très grande finesse et d'une richesse de tons que l'on n'atteint que difficilement par l'emploi de la gélatine, aussi certains opérateurs reviennent à la pratique de ces anciens procédés (II, **259, 336**). Si les images ainsi imprimées ne sont pas protégées par un verre couvreur, il convient de vernir la couche pour la préserver de toute détérioration ; le vernis à la gomme laque est celui qui convient le mieux.

Les images au chloro-bromure ou au gélatino-chlorure par développement sont plus ou moins fines suivant la nature du révélateur employé. Le révélateur à la paraphénylène-diamine nécessite une très forte surexposition de l'image pour donner de bons résultats : on utilise 1 litre d'eau, 10 grammes de paraphénylène-diamine et 60 grammes de sulfite de soude anhydre ; la durée de développement pour un bain à la température de 20° C est de vingt-cinq à trente minutes : les images obtenues sont d'une tonalité agréable.

La teinte des stéréogrammes sur verre peut être modifiée en utilisant les modes de développement et de virage indiqués pour les épreuves de projection. Les procédés de virage à l'or s'appliquent surtout aux diapositives sur verre obtenues sur plaques au citrate d'argent et permettent d'obtenir une grande variété de teintes.

1966. Montage des épreuves stéréoscopiques. — M. Max Lœhr a fait observer[1] que les limites des caches dans un stéréogramme font réellement partie de l'image et doivent s'accorder avec son effet stéréoscopique, c'est-à-dire obéir à ses rapports stéréoscopiques. L'encadrement doit former le tout premier plan de l'image ; il contribue alors puissamment à la sensation du relief total. Pour que l'encadrement paraisse être situé plus près que le sujet de l'image, il faut que ses deux ouvertures soient faites telles que les deux limites de droite (celle de l'image droite et celle de l'image gauche) se superposent de la même manière dont se superposent les deux images homologues d'un point situé dans un premier plan. Le même rapport doit avoir lieu pour les deux limites de gauche. La caractéristique de deux images homologues des points situés dans un premier plan est que leur écartement est d'un tant soit peu moindre qu'il ne l'est pour un point d'objet éloigné, de manière que, en les regardant, les axes des yeux, comme dans la vision à l'œil nu, ne sont plus parallèles mais convergents. L'image doit être vue exactement comme si les deux yeux regardaient par une fenêtre. M. Marteau[1] a montré que dans un stéréogramme, par rapport aux limites données par la monture aux vues simples, tout ce qui a une différence de position de signe négatif est en avant de la monture, tandis que ce qui a une différence de position de signe positif est en arrière de cette monture.

Il faut donc dans une image stéréoscopique que l'écartement des points homologues soit supérieur à celui du cadre qui limite l'épreuve stéréoscopique ; c'est là une condition qu'on ne doit jamais négliger dans le montage des stéréogrammes.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1905, p. 132. — 2. *Ibid*, p. 160.

§ 3. — Stéréoscopes.

1967. Stéréoscopes par réfraction. — Les stéréoscopes par réfraction sont ceux dont l'usage est le plus répandu ; on regarde le stéréogramme à l'aide de deux lentilles plus ou moins grandes, plus ou moins rapprochées.

M. Marteau a établi une échelle qu'il appelle *stéréomètre*, destinée à faciliter pour chacun le choix d'un stéréoscope convenant à sa vue[1]. Ce stéréomètre se compose d'un verre à stéréoscope du format 8,5 × 17 centimètres, d'un cache noir aux dimensions du Congrès et de douze confettis que l'on colle sur chaque cache, à raison de six par cache, et aux écartements de 40, 50, 60, 70, 80 et 90 millimètres. Cette construction, placée dans un stéréoscope, permet d'apercevoir une sorte de croix de Saint-André dont le point de croisement indique la meilleure distance des points homologues pour le stéréoscope soumis à l'examen.

Quand on regarde dans le stéréoscope un stéréogramme représentant un paysage, on ne restitue de façon exacte et complète l'illusion perçue devant le modèle que si l'on retrouve pour chaque point le même effort, c'est-à-dire la même convergence des axes visuels. Cette condition, comme le fait observer M. Wallon[2], sera pleinement satisfaite si : 1° l'écartement des objectifs photographiques fournissant les deux images et celui des oculaires servant à les examiner sont égaux tous deux à celui des yeux; 2° si les deux vues sont centrées exactement de même par rapport aux objectifs et par rapport aux oculaires, c'est-à-dire que les axes de ceux-ci soient parallèles comme l'étaient les axes de ceux-là et rencontrent les images mêmes des points qu'ils rencontraient; 3° si les deux vues sont correctement observées.

Ces conditions sont réalisées dans le stéréoscope de Zeiss, appareil destiné à examiner des vues stéréoscopiques prises avec des objectifs de 70 à 90 millimètres de foyer, en admettant une tolérance en plus ou en moins de 10 %. On peut toujours, quel que soit le rapport entre les distances focales F des objectifs et f des oculaires, ramener les épreuves aux conditions d'observation correcte en les réduisant ou agrandissant dans le rapport de f : F. Pour cet instrument on a admis que les photographies seraient prises avec des objectifs présentant l'écart réglementaire de 65 millimètres. Les constructeurs ont voulu que l'appareil pût être adapté à toutes les vues et ils ont pris comme limite de l'écartement 72 et 54 millimètres. Dans l'appareil construit par la maison Zeiss, les oculaires peuvent être mis au point et un levier commande l'écartement des cadres et avec eux des oculaires. La mise au point se fait en déplaçant tout le système le long de la tige cylindrique : on serre la vis K (*fig. 146*) lorsque la mise au point est effectuée. L'écartement des oculaires s'obtient en tournant le bouton placé à côté de l'oculaire droit. En général, ce réglage devra être retouché en tournant plus ou moins le bouton W chaque fois que l'observateur passera d'une vue à une autre et chaque fois qu'un autre observateur prendra place devant l'instrument.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1965, p. 160. — 2. *Ibid.*, p. 400.

Pour examiner les diapositives, on les place sur le verre dépoli G de la platine et l'on dispose l'écran blanc P qui transmet la lumière au travers de l'épreuve. Un appui à encliquetage T maintient tout le stéréoscope dans une position inclinée à 45° sur l'horizontale. Le format de la platine permet l'examen de toutes les dimensions d'épreuves, et en desserrant la vis K on peut retirer tout le système optique et l'employer comme bésicles stéréos-

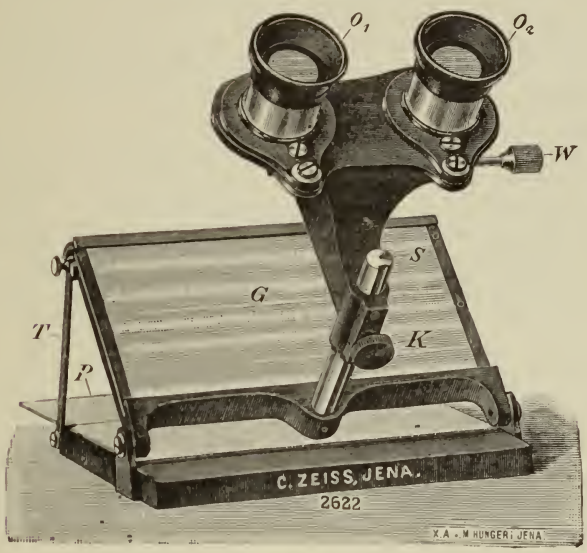

Fig. 146.

copiques pour l'examen de vues renfermées dans des livres, albums, etc., qu'il n'est pas possible de placer sur la platine.

On a construit un très grand nombre de modèles de stéréoscopes destinés à remplacer les appareils à colonnes, dits américains, dont le fonctionnement n'est pas toujours régulier. Le *Taxiphote* de Richard (C, p. 362) a été l'un des premiers appareils de ce genre : il possède actuellement des oculaires à très court foyer et à écartement variable; il est construit pour tous formats. Le *Stéréodrome* de Gaumont utilise aussi des boîtes classeurs et présente l'avantage de pouvoir être introduit dans une lanterne de projection spéciale avec un condensateur et un objectif de dimension convenable pour le format des épreuves et servir ainsi à la projection des images stéréoscopiques.

M. Hanau a établi un petit stéréoscope de poche qui, lorsqu'il est replié, n'a pas plus de 15 millimètres d'épaisseur. Il est constitué d'un côté par un cadre en aluminium du format 6×13 ou 45×107 muni d'un verre dépoli devant lequel se place la diapositive ou l'épreuve sur papier, de l'autre côté par une plaque de même métal dans laquelle sont enchâssées deux lentilles constituant les oculaires. Ces deux parties sont reliées l'une à l'autre par deux tiges articulées qui permettent soit de les replier complète-

ment l'une sur l'autre quand l'appareil n'est pas utilisé, soit de les éloigner plus ou moins pour la mise au point[1].

Dans le stéréoscope pliant de MM. Clément et Gilmer, les images sont empilées l'une sur l'autre, horizontalement auprès des oculaires; en manœuvrant une manette, on les place devant ces oculaires, après quoi elles sont renvoyées dans la partie inférieure du magasin[2].

M. Fougerat utilise des châssis métalliques au nombre de douze, reliés les uns aux autres par une charnière. Tout l'ensemble se replie comme les albums dits dépliants, et une fois plié forme un bloc d'un petit volume. Chaque vue peut, à l'aide d'un dispositif spécial, pivoter autour de la charnière et se placer devant les oculaires; elle est ensuite renvoyée dans la partie inférieure du magasin.

Les stéréo-classeurs de Demaria, ceux d'Hermagis, de Joux, de Mackenstein sont du genre des taxiphotes ou du stéréodrome Gaumont. Dans le *caténoscope* de Deloye, chaque vue du format 45×107 est montée individuellement dans les maillons d'une sorte de chaîne continue de modèle spécial; chaque maillon porte-plaque se démonte très rapidement, ce qui permet de modifier comme on le désire les séries que l'on examine à l'aide d'oculaires que l'on met au point comme dans tous les appareils.

1968. Stéréoscopes à miroir. — On a construit des stéréoscopes à un seul miroir. Les épreuves sont placées plus ou moins obliquement l'une par rapport à l'autre; avec l'œil droit, on regarde directement l'image droite placée à gauche, tandis que l'œil gauche voit, dans un miroir plan, l'image gauche placée à droite. Cette dernière image doit être retournée, afin d'être vue dans son vrai sens après réflexion sur le miroir. Pour corriger la différence de distance aux deux yeux, on rapproche un peu du miroir l'image gauche.

Un autre dispositif, dû à Corbin[3], consiste à placer les deux épreuves perpendiculairement l'une à l'autre. L'épreuve de gauche est vue directement par l'œil gauche; l'épreuve de droite est vue dans un miroir; cette épreuve doit être retournée.

M. Pigeon[4] a fait construire un stéréoscope dièdre à miroir bissecteur comportant l'usage d'un seul miroir plan de très petit format. On place les deux stéréogrammes à examiner sur les deux côtés d'un dièdre, l'image de gauche étant directe, tandis que celle de droite est inversée; entre les deux faces du dièdre est un cadre bissecteur, ajouré, et portant à sa partie supérieure un tout petit miroir; l'œil gauche est placé tout près du miroir et dans l'angle dièdre gauche l'œil droit regarde directement et librement l'image de droite. La fusion stéréoscopique se produit très aisément. Ce stéréoscope étant destiné à examiner des images de grand format, le plus souvent obtenues par agrandissement, l'inversion de l'une des images s'obtient par agrandissement.

1969. Épreuves en relief sans stéréoscope. — On peut examiner les stéréogrammes sans se servir de stéréoscope et percevoir le relief. Il

1. *Photo-Gazette*, 1904, p. 90. — 2. *Ibid.*, décembre 1905. — 3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1861, p. 123. — 4. *Photo-Gazette*, décembre 1905, p. 23.

suffit de placer le stéréogramme à bonne distance en avant des yeux, 20 centimètres en moyenne; on rend parallèle les axes des yeux en fixant du regard un objet quelconque très éloigné, placé derrière l'image; on ramène vivement le regard sur le stéréogramme, et, faisant agir l'accommodation, on met au point pour l'image qui apparaît alors en relief[1].

Les *stéréogrammes parallaxes* de M. Ives[2] doivent être examinés à distance voulue au travers d'un réseau spécial. L'image est obtenue de la façon suivante : devant la plaque photographique, à l'intérieur de la chambre noire munie de deux objectifs, M Ives dispose une sorte de gril présentant cent tiges au pouce (soit à très peu près quatre tiges au millimètre, ces tiges étant un peu plus larges que les vides); il place ce gril à une distance telle que chaque bande étroite de la plaque sur laquelle une tige projette son ombre relativement à la lumière venant de l'objectif de droite reçoit au contraire, librement, les rayons venant de l'objectif de gauche et *vice versa*. Il se forme donc sur la plaque deux systèmes de hachures très serrées : huit hachures par millimètre correspondant alternativement, les unes à l'image fournie par l'objectif de droite, les autres à l'image fournie par l'objectif de gauche. Chaque système constitue une image nette, mais dont les traits sont, sur presque toute la surface, entrecroisés avec ceux de l'image sœur. Les objectifs ont leurs axes convergents, de façon que les deux images se forment sur la même plaque et non comme dans les appareils stéréoscopiques ordinaires, sur deux plaques voisines. Pour voir séparément chacune des images et la voir de l'œil seulement auquel elle est destinée, il suffit de regarder la photographie à travers un gril semblable à celui qui a servi pour l'obtenir, en se plaçant de façon qu'il cache à l'un des yeux les hachures d'un même ordre de parité, mais les laisse voir à l'autre œil et *vice versa*. Un même cadre porte donc le positif sur verre et le gril monté un peu au-dessus. Chaque diapositive est formée de la réunion de trois verres superposés : l'un portant l'image composite des deux images du stéréogramme, un autre situé à l'avant et constitué par un réseau de lignes opaques correspondant aux tiges du gril; le troisième, placé à l'arrière, est un verre opale. Vue à la distance convenable, l'image apparaît avec son relief exact et complet, grâce à la trame spéciale placée devant l'image proprement dite.

Au lieu d'utiliser deux objectifs, M. Ives s'est servi d'un objectif de 7 à 8 centimètres de diamètre, percé de deux ouvertures à l'écartement des yeux; à chacune des deux petites ouvertures placées derrière l'objectif correspond une image composée de lignes ombrées et, en raison de la différence de parallaxe, les lignes constituant chacune des images élémentaires du stéréogramme sont séparées et alternent.

On peut aussi par le même procédé obtenir des diapositives stéréoscopiques en usant de deux négatifs stéréoscopiques ordinaires imprimés à la chambre noire. Le gril étant en place dans la chambre noire, on fait arriver sur la plaque sensible l'image de la moitié d'un négatif stéréoscopique sous un angle donné et l'autre moitié sous un autre angle, ces angles étant

1. *La Photographie*, 1905, p. 7. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 487.

calculés de telle façon que leur différence égale l'angle de la vision binoculaire normale à 50 centimètres de distance.

Les négatifs obtenus à la chambre noire peuvent être imprimés par les procédés usuels, mais ils sont d'un montage un peu coûteux, étant donné le prix relativement élevé des trames qui servent de verre couvreur.

Les grandes images, obtenues au moyen d'un objectif à long foyer et examinées de telle sorte que le spectateur soit placé assez loin pour ne plus distinguer les traits de la trame, présentent un relief absolument remarquable.

1970. Stéréophotochronographe. — M. Gaumont a construit, avec la collaboration de M. Nachet, et sur les indications de MM. Vallot frères, un appareil permettant d'obtenir consécutivement et rapidement les trois négatifs nécessaires à la confection d'épreuves stéréoscopiques trichromes. La rapidité avec laquelle les trois négatifs peuvent être produits permet l'exécution de portraits d'après nature; l'ensemble des opérations nécessite pour les trois négatifs une durée de 20 à 30 secondes de pose[1].

M. Ducos du Hauron[2] a indiqué un dispositif de cinématographe stéréoscopique ou cinémastéréoscope, permettant d'obtenir sur une seule bande négalive, et même avec un seul objectif, la série des images destinées à l'œil droit et la série des images destinées à l'œil gauche.

1. *Bulletin de la Société franç. de photographie*, 1902, p. 246. — 2. *Ibid.*, p. 185.

CHAPITRE III

PHOTOGRAPHIES EN COULEUR.

§ 1er. — Procédés indirects.

1971. Emploi des écrans colorés. — Dans la photographie par procédé indirect, on prépare trois négatifs obtenus en impressionnant la plaque derrière des écrans colorés. M. Trutat[1] a insisté sur les moyens permettant de déterminer les conditions de pose de chacun des négatifs avec les écrans violet, vert et orangé, de façon à produire trois négatifs d'égale intensité en supposant que les écrans présentent la teinte voulue pour donner une sélection exacte et que les plaques sont orthochromatisées d'une manière convenable. D'après le baron Hübl, la sélection sera satisfaisante si au travers de chacun des écrans deux des trois couleurs agissant sur la plaque comme du blanc, la troisième se comporterait comme du noir.

Pour vérifier le résultat à obtenir, on fait poser devant l'appareil un tableau d'essai préparé de la façon suivante : sur un bristol blanc, on dispose côte à côte trois bandes coloriées en bleu, en jaune et en rouge, et pour cela on a le soin d'employer les couleurs avec lesquelles doit être fait le tirage; au bas de ces trois bandes coloriées, on dispose une bande de papier noir; on fait poser au travers de l'écran violet : on doit obtenir sur le négatif le jaune comme si c'était du noir, le bleu et le rouge comme du blanc; par conséquent, la partie jaune tendra à se confondre avec le noir qui se trouve sur le carton, tandis que le bleu et le rouge se confondront avec le blanc. L'écran rouge donnera le rouge égal au noir, le bleu et le jaune égaux au blanc; l'écran orangé donnera le bleu égal au noir, le jaune et le rouge égaux au blanc.

On réglera la coloration des écrans et la durée des temps de pose, quelles que soient les plaques orthochromatiques employées, en plaçant les tableaux d'essai à côté du modèle à reproduire. En les photographiant en même temps, il est aisé de voir si le négatif obtenu est dans les conditions exigées pour une bonne synthèse des couleurs.

1972. Appareils pour la photographie trichrome. — La maison Gœrz a construit, sur les indications du professeur Miethe, un appareil destiné à l'obtention des trois négatifs utilisés dans la photographie trichrome. L'appareil comporte un châssis de format suffisamment long pour

1. *Le Procédé*, 1905, p. 62.

donner les trois négatifs : ce châssis fonctionne comme un châssis multiplicateur; un autre châssis, placé entre la plaque sensible et l'objectif, porte les trois écrans colorés. Le maniement de ce châssis s'effectue rapidement par la pression d'une poire, de telle sorte que la pose des trois négatifs est obtenue en quelques secondes.

Dans l'appareil *Trichrom-Détective* de MM. Prieur et Dubois, on trouve les dispositions générales réalisées dans la chambre à magasin de Guitton de Giraudy (A, **1369**). L'appareil en diffère par les porte-plaques qui sont munis de rainures permettant l'emploi d'écrans colorés : le trio de plaques Lumière est constitué par une plaque étiquette bleue, une plaque orthochromatique A et une plaque orthochromatique B; le rapport des temps de pose est 1 pour la première, 2 pour la seconde, 4 pour la troisième sous les écrans appropriés. L'appareil permet d'opérer avec une rapidité suffisante pour obtenir les trois négatifs en trois secondes.

L'appareil imaginé par M. Frachebougr et décrit par M. Chapelain est très léger[1]. Une première pose se fait par déclenchement au doigt à travers l'écran violet; un coup de poire escamote la plaque et amène un écran vert à la place de l'écran violet. On fait poser, puis un deuxième coup de poire escamote la deuxième plaque et amène un écran rouge orangé, à travers lequel a lieu la troisième pose. Un troisième coup de poire escamote la dernière plaque et referme l'obturateur. L'opération demande donc un déclenchement au doigt et trois coups de poire; la pose nécessaire pour l'écran violet étant déterminé, on la multiplie par 3 pour l'écran violet et par 5 pour l'écran rouge.

1973. Procédé par teinture. — Les écrans employés doivent être à faces planes et parallèles, optiquement travaillées s'il s'agit d'emploi avec des objectifs dont le foyer atteint ou dépasse 24 centimètres; au-dessous de cette longueur focale, on peut utiliser de la glace ordinaire sans défauts. Si l'écran doit être employé contre la surface sensible, M. le major général von Hübl[2] a fait observer que l'on peut se servir de plaques sensibles débromurées et convenablement lavées. On les laisse sécher et on les plonge dans le bain de teinture jusqu'à coloration convenable; on rince sommairement et l'on fait sécher; on conserve ces écrans dans l'obscurité, car les couleurs s'altèrent facilement.

Le négatif du jaune s'obtient à l'aide d'une plaque dont la sensibilité doit être maxima entre les raies F et G et aller en décroissant jusque vers E d'un côté, vers H de l'autre côté. On peut utiliser soit le collodion humide, soit la plaque au gélatino-bromure. Si l'on emploie l'émulsion au collodio-bromure, on l'additionne de 5 à 10 % de son volume d'une solution alcoolique à 5 grammes par litre d'acridine NO de Leonhardt. L'écran est constitué soit par une pellicule de gélatine, soit par une solution de bleu carmin nouveau de Höchst à la concentration de 1/10 000e pour une épaisseur intérieure de cuve de 10 millimètres; on peut aussi employer une solution de violet de méthyle à 1/20 000. Les écrans solides obtenus par teinture dans ces solutions auront même intensité de coloration que les liquides de la cuve.

La sensibilité de la plaque employée pour le négatif du rouge doit s'éten-

1. *La Revue de photographie* 1904, p. 210. — 2. *Die Dreifarben Photographie.*

dre de la raie D jusqu'à mi-distance entre les raies F et G avec un maximum dans le vert jaunâtre. Si l'on utilise des plaques au gélatino-bromure du commerce, on se servira de plaques panchromatiques ou, à défaut, de plaques sensibles au vert. L'écran liquide pour une épaisseur de 10 millimètres est obtenu avec 5 c. c. de solution de vert acide à 1/300e et 150 c. c. de solution de bichromate de potassium à 1/150e. L'écran solide se prépare par teinture de deux glaces gélatinées : l'une, dans un bain de 15 c. c. de vert solide bleuâtre 365 Bayer au 1/200e, 10 c. c. d'alcool, 50 c. c. d'eau et 2 gouttes d'acide acétique cristallisable; l'autre, dans 25 c. c. de solution de jaune naphtol à 1/200e, 30 c. c. de méthylorange à 1/400e, 10 c. c. d'alcool, 50 c. c. d'eau et 2 gouttes d'acide acétique. A la rigueur, on peut teindre une glace unique dans le mélange de ces deux solutions. Les plaques ordinaires du commerce peuvent, pour le négatif du rouge, être sensibilisées au moment de l'emploi dans un bain contenant 1 litre d'eau, 25 c. c. de solution d'uranine à 1/150e, 6 c. c. de solution d'érythrosine à 1/150e, 10 c. c. d'ammoniaque et 2 c. c. de solution de nitrate d'argent à 10 %. La plaque est alors exposée à l'état humide et l'on utilise comme écran liquide, sous une épaisseur de 10 millimètres, une solution d'acide picrique à 1 gramme par litre. Si l'on opère avec l'émulsion au collodio-bromure, on l'additionne de 2 % de son volume d'un sensibilisateur préparé avec 30 c. c. de solution d'éosine jaune à 1/150e et 10 c. c. de solution de rose bengale à 1/150e. Après étendage de l'émulsion, la plaque doit être plongée dans une solution à 5 % de nitrate d'argent et exposée à l'état humide.

Pour le négatif du bleu, la sensibilité de la plaque doit être maxima vers C, s'affaiblir graduellement vers D pour s'arrêter brusquement à E. On utilise les plaques panchromatiques du commerce ou les plaques sensibles au rouge. L'écran liquide, sous épaisseur de 10 millimètres, est constitué par un mélange de 60 c. c. de solution de safranine SPE à 1/2000e, 100 c. c. de solution d'aurantia à 1/2000e. L'écran solide se prépare par teinture de la gélatine à l'aide d'une solution de 40 c. c. de solution de safranine SPE à 1/2000e, 10 c. c. de solution de jaune naphtol SL à 1/200e, 10 c. c. de solution de méthylorange à 1/400e, 40 c. c. d'alcool, 10 gouttes d'acide acétique cristallisable et 200 c. c. d'eau. On peut orthochromatiser les plaques du commerce par immersion dans un bain préparé de la façon suivante : On mélange 20 c. c. de solution de rouge de glycine à 1/500e, 20 c. c. de rouge de quinoléine a 1/500e, 50 c. c. d'alcool et 100 c. c. d'eau; après quelques heures de repos, on ajoute à ce liquide 1 c. c. de solution de cyanine à 1/500e, on filtre, et à la solution limpide et de nuance violette on ajoute 100 c. c. d'alcool, 200 c. c. d'eau, 1 c. c. de solution de cyanine à 1/500e et 5 c. c. d'ammoniaque. Les plaques sont plongées pendant deux minutes dans ce bain, lavées pendant deux minutes à l'eau ordinaire, rincées à l'eau distillée, puis séchées. Si l'on veut éviter le séchage et employer la plaque humide, on utilisera un bain contenant 1 litre d'eau, 300 c. c. d'alcool, 5 c. c. de solution de cyanine à 1/500e et quelques gouttes d'ammoniaque. Les plaques préparées au collodio-bromure seront sensibilisées à la cyanine, au rose bengale ou à la rhodamine 3B. L'écran liquide contient dans ce cas parties égales des solutions de safranine et d'aurantia.

Les positifs s'obtiennent par teinture d'une pellicule de gélatine bichromatée exposée par l'envers; on dépouille à l'eau tiède, on débromure dans

l'hyposulfite, on lave et on sèche. La teinture des trois diapositives ainsi obtenues se fait dans des bains préparés avec des solutions de matière colorante contenant 5 grammes de colorant par litre d'eau. Pour le rouge, on utilise 5 c. c. de solution d'érythrosine, 100 c. c. d'eau et 10 c. c. d'alcool; pour le bleu, on emploie 20 c. c. de vert solide bleuâtre, 10 c. c. d'alcool, 10 gouttes d'acide acétique et 100 c. c. d'eau. Le monochrome jaune s'obtient par immersion de la pellicule dans un bain de 100 c. c. d'eau, 10 c. c. de solution de jaune de naphtol S, 10 c. c. d'alcool, 10 gouttes d'acide acétique cristallisable et 5 c c. de solution saturée d'alun de chrome. On peut obtenir une teinte d'un jaune plus foncé en additionnant le bain de 5 à 10 c. c. d'une solution à 1/200e de méthylorange.

1974. Procédé L. Vidal. — M. L. Vidal, auquel on doit pour une large part la vulgarisation du procédé au charbon et qui a appliqué le premier ce procédé à la photochromie sur papier, a récemment indiqué un procédé trichrome sans papiers mixtionnés[1]. Il utilise pour la confection des monochromes des glaces collodionnées sur lesquelles il verse la mixtion colorée; on fait sécher cette mixtion, on la sensibilise et on la détache du verre; on l'expose sous un négatif, le côté collodion étant au contact du verre; on dépouille à l'eau chaude sur support provisoire et on superpose les trois monochromes en les scellant sous pression avec de la gélatine.

Des glaces bien nettoyées, puis talquées, sont époussetées au blaireau, recouvertes d'une couche de collodion préparé avec 50 c. c. d'alcool rectifié, 50 c. c. d'éther et 2 grammes de coton-poudre résistant; on fait sécher sur un support à rainures. Ces glaces sont recouvertes d'une mixtion de gélatine colorée, préparée avec 30 grammes de gélatine Nelson, 200 c. c. d'eau, 6 grammes de sucre raffiné et 6 grammes de glycérine; à ce mélange on ajoute la matière colorante : on prépare ainsi trois mixtions colorées. La couleur doit être très finement broyée, ne doit pas agir sur le bichromate et la gélatine, comme l'a démontré Jeanrenaud[2], et de plus doit être insoluble dans l'eau. La teinte et la proportion à employer varient avec la nature du sujet à reproduire : il convient d'utiliser la laque de garance, la laque jaune et l'outremer. En général, les mixtions à pigment coloré solide, c'est-à-dire contenant des matières pulvérulentes mélangées à la gélatine, ne possèdent pas la transparence de la gélatine colorée par voie de teinture.

La mixtion préparée est filtrée à travers une mousseline dans un entonnoir maintenu chaud; on étend le liquide sur les plaques collodionnées, placées bien horizontalement sur un trépied à vis calantes; l'épaisseur de la couche doit être 1mm5 à 2mm. On utilise 10 c. c. de mixtion pour une plaque 9 × 12; quand la gélatine a fait prise, on fait sécher la plaque à l'abri de la poussière ou mieux dans une étuve spéciale à chlorure de calcium; on sensibilise dans un bain de bichromate d'ammoniaque dont le titre varie de 1 à 3 % suivant l'intensité du négatif; l'immersion est prolongée pendant 10 minutes; on fait égoutter, puis l'on sèche dans l'obscurité. Quand la dessiccation est complète, on incise la couche tout autour des

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 138. — 2. *Ibid.*, 1872, pp. 31, 68, 103.

bords, puis, soulevant un des coins on sépare la mixtion collodionnée d'avec son support. On expose sous un négatif dans le châssis presse, comme, s'il s'agissait d'une épreuve au charbon, et l'on dépouille immédiatement après l'insolation.

Le dépouillement s'effectue sur une glace revêtue de vernis au caoutchouc préparé avec 10 grammes de caoutchouc naturel et 100 grammes de benzine; on verse cette dissolution à la surface de la glace, on laisse évaporer ce vernis jusqu'à ce qu'il soit à l'état poisseux. A ce moment, on fait adhérer la pellicule par le côté collodionné en s'aidant d'un rouleau souple; on dépouille à l'eau chaude maintenue à la température de 30° à 40° C. Le dépouillement doit être complet; on lave et on sèche lentement pour éviter le fendillement de la couche collodionnée.

Quand les pellicules sont sèches, on les sépare d'avec la glace en coupant tout autour le caoutchouc; on les enlève du verre et on élimine la couche de caoutchouc en frottant progressivement avec le doigt; la couche de caoutchouc s'enroule sur elle-même et peut servir à nouveau après dissolution dans la benzine. Les trois monochromes ainsi isolés sont superposés pour former l'image trichrome complète; on juge de sa valeur par transparence et, au besoin, on peut renforcer la teinte de chaque monochrome en utilisant les matières colorantes indiquées par MM. Lumière (C., p. 399).

Après renforcement, les pellicules sont lavées et reportées l'une sur l'autre, en utilisant soit le baume du Canada, soit une solution de gélatine à 5 % que l'on passe sur la face gélatinée et non sur le côté collodionné. On peut, avec un mélange fait à parties égales d'éther et d'alcool, détruire chacune des couches collodionnées, de façon qu'il ne reste sur le papier que les trois monochromes isolés de leur support provisoire; l'image est ensuite reportée sur une feuille de papier blanc, sur lequel on la colle avec de la gélatine.

1975. Procédé de M. Miethe. — Les plaques au gélatino-bromure destinées au procédé trichrome sont panchromatisées à l'aide du rouge d'éthyle (**1949**). La plaque passée au bain de rouge d'éthyle suivant les indications du Dr Miethe est huit à dix fois aussi sensible au vert et au rouge que l'ancienne plaque panchromatique, et permet les mêmes poses avec les écrans pour le bleu et pour le rouge et une pose moitié moindre pour le vert. Les trois négatifs doivent être assez faibles pour qu'il ne soit pas possible de les imprimer sur papier à la celloïdine. De ces négatifs, le Dr Miethe[1] imprime trois diapositives qui pourront être des agrandissements peu intenses, mais bien limpides dans les ombres. Les positifs durs ou vigoureux ne conviennent pas pour ce procédé. Chacun des positifs est imprimé par les procédés aux poudres colorantes (III, **801**). Les images monochromes ainsi produites sont reportées sur pellicules de collodion et les trois pellicules sont superposées sur une feuille de papier blanc.

L'impression à l'aide des diapositives obtenues se fait sur glaces bien nettoyées. On les recouvre d'une mixtion sensible obtenue en dissolvant 0 gr. 6 de gélatine dans 100 c. c. d'eau tiède, ajoutant 20 grammes de glu-

1. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1905, pp. 26 et 515.

cose, 7 grammes de bichromate de soude et quelques gouttes de solution concentrée d'acide phénique; on filtre cette liqueur qui se conserve pendant quelques jours; on étend la solution sur les glaces que l'on fait sécher dans une étuve chauffée à 60-70° C. Il convient d'opérer à une faible lumière ou dans le laboratoire éclairé par des verres jaunes. Dès que la plaque est sèche, on l'expose sous le diapositif qui doit être légèrement chauffé. L'impression se fait au soleil en une minute trois quarts à deux minutes et demie. Immédiatement après, on procède au saupoudrage à l'aide d'un pinceau très doux (pinceau à plusieurs plumes pour l'aquarelle). Les poudres employées sont le jaune normal en poudre, la krapplack en poudre de la qualité extra-fine de Mowe, enfin le bleu normal en poudre de Berger et Wirth[1]. Ces couleurs sont très finement broyées et on les étend sur la couche à l'état de poussière très fine tombant au-dessous d'un tamis de soie n° 180. On commence par couvrir toute la surface avec la poudre tamisée, puis on promène lentement le pinceau jusqu'à ce que tous les détails soient bien apparents. Si la poudre prend trop facilement, c'est que la pose a été trop courte; si l'image est lente à venir et si elle est dure, c'est qu'il y a eu surexposition au châssis-presse. On termine en frappant quelques coups sur la plaque tenue verticalement pour faire tomber la poudre restée libre, et on promène légèrement le pinceau à la surface de la couche pour nettoyer l'image; lorsque celle-ci est complète, on recouvre la couche d'une dissolution de collodion à 2 % de coton-poudre, on laisse égoutter le collodion et, après évaporation à peu près complète de l'éther et de l'alcool, on collodionne une deuxième fois. Quand le collodion a fait prise complètement, on incise les bords de la couche et on porte la plaque dans une cuvette d'eau distillée; la couche de collodion entraînant l'image ne tarde pas à se détacher de la glace; on la lave dans la cuvette et on transporte la pellicule de collodion dans une solution tiède de gélatine à 1 %. On procède ainsi successivement avec chacun des diapositifs qui doivent être développés avec leurs poudres respectives.

Dans la solution de gélatine contenant l'épreuve jaune, on introduit un carton blanc et l'on fixe la pellicule au carton en faisant adhérer à celui-ci le côté collodion; on retire ensuite le carton de la cuvette contenant la solution de gélatine et, à l'aide d'un pinceau, on dispose la pellicule de gélatine en bonne place en la tirant par les quatre coins; on abandonne l'image à la dessiccation. Quand le tout est complètement sec, on recouvre l'image d'une couche de vernis négatif ordinaire, on fait sécher, puis on plonge cette image dans la cuvette à bain de gélatine contenant la pellicule rouge. Le repérage est rendu facile par suite de la légère couche de gélatine liquide. On opère de même pour le transfert de la pellicule bleue. Les retouches se font à l'aide de couleurs à l'huile mêlées de siccatif de Courtrai.

1976. Pinatypie. — M. Sanger Shepperd[2] a appliqué aux tirages en couleurs le procédé d'hydrotypie imaginé par Cros. On sait que la gélatine bichromatée exposée derrière un négatif devient insoluble dans l'eau chaude; cette gélatine absorbe l'eau d'autant moins qu'elle a subi plus

1. Chez Berger et Werth, Benthstrasse, Berlin. — 2. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1903, pp. 35, 193,

longtemps l'action de la lumière. Si, au lieu de plonger la gélatine dans l'eau on la plonge dans une solution de matière colorante, on obtient, pour une immersion suffisante, une image colorée positive du négatif derrière lequel la couche de gélatine bichromatée a été exposée : c'est là le principe de l'hydrotypie indiqué par Cros dès 1880.

En appliquant une feuille de gélatine humide sur une image colorée ainsi obtenue et la laissant au contact de cette sorte de phototype, la matière colorante passera en partie sur la feuille de gélatine humide qui, séparée de la première, donnera une image monochrome. On peut produire les trois planches hydrotypiques d'après trois diapositifs tirés au contact de négatifs convenablement sélectionnés. En colorant l'une des planches en bleu, la seconde en rouge, la troisième en jaune, puis appliquant successivement une feuille de papier gélatiné sur chacune de ces trois planches, on produit, par une synthèse trichrome, les diverses colorations du sujet original[1].

Dans le procédé qui est exploité sous le nom de pinatypie, les trois diapositifs qui servent à obtenir les planches hydrotypiques sont obtenues à l'aide de bonnes plaques à projection; ils doivent être vigoureux, bien détaillés, mais sans dureté.

Les plaques de verre gélatinées sont sensibilisées dans une solution de bichromate de potassium à 2 %; on retire du bain, on fait sécher dans l'obscurité et on expose à la lumière derrière la diapositive.

Le temps de pose est peu différent de celui nécessité pour le tirage d'une épreuve sur papier à la celloïdine d'après un négatif de même intensité; le mieux est de régler le temps de pose avec un photomètre de tirage. Après exposition normale, l'image est visible en brun sur fond jaune; on lave pour éliminer tout le bichromate et on abandonne à la dessiccation ; on trace sur chaque plaque une marque spécifiant la couleur à laquelle elle est destinée. La planche du rouge doit être exposée plus longtemps que la planche jaune et que la planche bleue.

La planche correspondant au négatif exécuté derrière l'écran orangé est plongée pendant quinze minutes dans un bain colorant formé par une solution à 5 % de bleu F Hœchst; on rince ensuite à l'eau jusqu'à ce que le liquide qui s'écoule ne soit plus coloré. Si les blancs sont fortement teintés, la durée de l'exposition n'a pas été suffisante; si le dessin est dur, sans détail dans les parties claires, il y a eu surexposition.

Quand la planche est à point, on fait tremper dans l'eau une feuille de papier transfert gélatiné pour épreuves au charbon; on le maintient dans l'eau jusqu'à ce qu'il soit complètement distendu et devenu bien flexible. On glisse dans la cuvette la planche colorée, et sous l'eau on la met en contact, couche contre couche, avec le papier gélatiné; on retire l'ensemble, on pose le tout sur une table, papier en dessus, on applique sur le papier une feuille de celluloïd ou de taffetas ciré et, au moyen d'une raclette à bande de caoutchouc, on chasse le liquide interposé en manœuvrant la raclette du centre vers les bords. L'adhérence étant obtenue, on pose le tout sur un feutre légèrement mouillé, puis on place sur l'ensemble une glace épaisse et on abandonne au contact pendant dix à quinze minutes. On a le soin d'exami-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1905, p. 302.

ner de temps à autre les progrès du décalque en soulevant de temps à autre un coin de l'épreuve; on repasse de nouveau la raclette pour ramener en contact parfait. L'emploi d'un châssis-presse ordinaire muni d'une glace épaisse en place de la planchette usuelle permet d'obtenir une pression régulière.

Le monochrome rouge s'obtient à l'aide du négatif exécuté sous l'écran vert. On le prépare avec un bain colorant obtenu à l'aide de 5 grammes de rouge F Hœchst que l'on met en bouillie avec très peu d'eau et l'on ajoute 10 c. c. d'ammoniaque; après environ cinq minutes de contact on complète le volume à 100 c. c. et l'on obtient ainsi une liqueur limpide dans laquelle on plonge la planche d'impression; on lave très soigneusement. Pour éviter tout faux décalque qui occasionnerait un doublement des lignes, on interpose une feuille mince de celluloïd en réservant une bande de 5 millimètres à 1 centimètre sur l'un des bords de la planche sans la recouvrir de celluloïd. Le repérage du papier tout humide portant l'image bleue s'effectue facilement au travers de cette pellicule; quand il est réalisé, au moyen de fortes pinces à ressort on maintient le papier sur la planche par les bords qui sont en contact avec lui, puis, soulevant le papier, on retire le celluloïd, on plonge dans l'eau et l'on applique, comme pour le bleu, le papier sur la planche; le contact dure environ dix à quinze minutes.

Pour le monochrome jaune, on dissout dans 100 c. c. d'eau bouillante 5 grammes de jaune F. Hœchst, en agitant fréquemment. La première teinture de la planche dure environ trente minutes; pour les épreuves suivantes, il faudra le plus souvent de cinq à dix minutes, tandis que pour recharger à nouveau la planche en colorant rouge, il suffit généralement de deux à trois minutes d'immersion. Le décalque du monochrome jaune sur le papier portant déjà les images bleue et rouge demande environ trente minutes; la lenteur de ce décalque dispense de toute précaution pendant le repérage, mais il est nécessaire de veiller pendant le tirage à ce que le feutre soit constamment mouillé pour éviter que le papier ne colle à la planche.

Une couleur trop faible peut être renforcée en réappliquant le papier sur la planche correspondante. On peut affaiblir l'ensemble de l'image en la mettant au contact pendant quelque temps avec une plaque gélatinée humide, telle qu'une plaque au gélatino-bromure voilée, mouillée par quelques minutes d'immersion dans l'eau. L'application sur cette planche se fait avec les mêmes précautions que pour un tirage; l'image se décalquant du papier sur la plaque s'affaiblit d'autant plus que le contact est prolongé pendant plus longtemps.

Les retouches locales s'exécutent avec un pinceau plongé dans des solutions étendues des bains colorants.

M. Brewerton a trouvé que par ce moyen il était difficile d'obtenir le monochrome bleu. Il commence à imprimer le bleu par le procédé au ferroprussiate, ce qui lui donne une bonne base pour recevoir les transferts rouge et jaune.

1977. Procédé du Dr Kœnig. — Ce procédé est basé sur l'emploi de trois négatifs obtenus au travers de trois écrans colorés [1]. Trois collodions

1. *Le Procédé*, 1904, p. 174.

incolores renferment un mélange de substances chromogènes engendrant, sous l'action de la lumière, des matières respectivement rouges, jaunes et bleues. L'un de ces collodions ayant été étendu à la surface d'un support quelconque, on expose à la lumière sous le négatif correspondant et, après apparition de l'image on fixe dans un bain approprié; après lavage et séchage, on coule une couche isolante, on étend le second collodion, on repère le premier tirage sous le second négatif et on opère comme pour le premier; on agit de même pour le troisième tirage. Les manipulations sont, au repérage près qui ne présente d'ailleurs que très peu de difficultés, aussi simples que celles conduisant à l'obtention d'une épreuve au citrate ou tout autre analogue. Le fixage de l'image s'effectue à l'aide d'un dissolvant de ces leucobases (dérivés hydrogénés incolores); on utilise généralement l'acide monochloracétique; malheureusement, les épreuves ainsi préparées s'altèrent à la lumière[1].

Un procédé qui est en quelque sorte l'inverse du précédent a été décrit par J. Szczpanik; ce procédé est d'ailleurs une variante des procédés antérieurs de Cros, Vallot, Dr Neuhauss, etc. Une couche chromosensible est constituée par la superposition ou le mélange de trois groupes de matières colorantes instables à la lumière, de nuance respectivement rouge, jaune et bleue; on sait qu'une matière colorante rouge fugace est beaucoup plus rapidement détruite par les radiations vertes, qu'elle absorbe le plus complètement, que par toute autre lumière colorée; de même pour chacune des autres. Pour effectuer en conséquence le tirage du monochrome rouge à l'intérieur de la couche chromosensible, on expose à la lumière cette couche sous le négatif correspondant à l'écran vert, cet écran vert étant lui-même disposé sur le châssis de tirage de façon à empêcher tout accès de lumière étranger à la couche sensible : le pigment rouge est ainsi détruit dans toutes les régions où il ne doit pas figurer; après deux autres tirages, effectués successivement sous les négatifs du bleu et du jaune, doublés chacun de leur écran, la couche sensible présente l'image polychrome complète qu'il reste seulement à fixer.

Le Dr Neuhauss a mis en pratique l'idée de Wiener qui consiste à mélanger des teintures rouge, jaune et bleu sur un papier, de façon à former une teinte noire. En exposant ce papier à la lumière blanche, les trois teintures se décolorent et on obtient du blanc; en l'exposant à la lumière jaune, le rouge et le bleu se décolorent, le jaune subsiste; à la lumière rouge on conserve le rouge et à la lumière bleue le bleu. Par l'addition de chlorophylle, le Dr Neuhauss[2] a composé une préparation aussi sensible que le papier albuminé; un peu d'eau oxygénée augmente la sensibilité de la préparation. On emploie l'érythrosine, l'uranine et le bleu de méthylène qui, mélangés à de la chlorophylle, sont incorporés dans une couche de gélatine ou de collodion. Après exposition sous des verres colorés, on fixe dans une solution de sulfate de cuivre. La dissolution employée par le Dr Neuhauss est étendue sur verre opale et contient 10 grammes de gélatine tendre à émulsion, 100 c. c. d'eau, 6 c. c. de solution de bleu de méthylène à la dose de 1 gramme pour 500 d'eau, 1cc 5 de solution d'auramine à 1/500e,

1. *La Photographie*, 1905, p. 8. — 2. *The Photogram*, mars 1902, et *Photographische Rundschau*, 1902.

3 c. c. de solution d'érythrosine à la dose de 2,3 pour 500. La plaque est traitée par une solution éthérée de peroxyde d'hydrogène; on l'expose à la lumière et l'on obtient de brillantes couleurs.

Le Dr Neuhauss[1] a constaté que plusieurs couleurs mises en contact avec de la gélatine et du persulfate d'ammonium perdent leur coloration et la reprennent sous l'influence des rayons de couleurs complémentaires. Il semble qu'il y ait là le germe d'un procédé direct en couleurs permettant de prendre des négatifs en couleurs complémentaires et d'en tirer au châssis-presse des épreuves donnant les couleurs du sujet.

§ 2. — PHOTOCHROMOGRAPHIE INTERFÉRENTIELLE.

1978. Procédé Lippmann. — Les photochromographies interférentielles peuvent être obtenues sur toute surface sensible, aussi bien sur colloïdes bichromatés que sur émulsions aux sels d'argent. Quand l'image est formée sur colloïdes bichromatés, elle apparaît par lavages à l'eau; les couleurs disparaissent par dessiccation pour réapparaître quand on humidifie à nouveau. Ce phénomène est dû à l'hétérogénéité périodique qui résulte du gonflement des minima d'interférence, tandis que les maxima ne se gonflent pas ou se gonflent moins. M. Lippmann a constaté qu'en imprégnant la couche d'une solution d'iodure de potassium les couleurs subsistent, bien que faiblement. Si l'on verse sur la couche ainsi préparée une solution de nitrate d'argent à 20 %, les couleurs deviennent très brillantes, et après lavage et séchage elles conservent tout leur éclat : l'image se renforce en même temps qu'elle devient persistante.

Positive par réflexion, elle est par transmission négative, c'est-à-dire qu'elle présente les couleurs complémentaires des couleurs vraies. Si les préparations bichromatées étaient plus sensibles et mieux isochromatiques, on pourrait ainsi obtenir par contact des diapositives en nombre quelconque et la multiplication des images interférentielles deviendrait possible par tirage au châssis-presse.

On peut d'ailleurs obtenir la reproduction photographique des couleurs en employant une couche sensible de nature quelconque, pourvu qu'elle soit transparente et adossée, pendant la pose, à un miroir de mercure. Les couleurs sont visibles par réflexion après développement de la plaque[2].

M. Cotton[3] a constaté que lorsqu'on regarde à travers un analyseur une épreuve à la gélatine bichromatée, placée obliquement, les couleurs s'avivent lorsque l'analyseur est orienté de façon à favoriser les rayons subissant des réflexions successives dans l'intérieur de la pellicule. L'emploi d'un analyseur a permis de voir les teintes par transmission prévues par la théorie de M. Lippmann dans les épreuves où on ne les apercevait pas autrement.

M. Goddé[4] traite les plaques préparées avec l'émulsion Lippmann par l'un des deux bains suivants : A) alcool absolu, 40 c. c.; solution aqueuse de nitrate d'argent à 10 %, 0cc6; acide acétique, 2 gouttes; B) eau distillée,

1. *The Britisch Journal of Photography*, 10 juillet 1902. — 2. *La Revue de photographie*, 1905, p. 354. — 3. *Société française de physique*, séance du 16 juillet 1905. — 4. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 343.

100 grammes, solution d'azotate d'argent fondu à 1 %, 3 c. c.; ammoniaque, 1 c. c. La durée d'immersion dans le bain A) est de dix à quinze secondes; les plaques sont sèches en quelques minutes. Si l'on utilise, au contraire, le bain B) qui donne beaucoup plus de rapidité, l'immersion doit être prolongée pendant une minute. On développe à l'aide de deux dissolutions : A) eau, 100 c. c.; bromure de potassium, 5 grammes; ammoniaque (densité 960), 12 c. c.; B) eau, 100 c. c.; acide pyrogallique, 1 gramme. Pour l'emploi, on utilise 100 c. c. d'eau, 10 c. c. de B) et au moment de développer on ajoute 2 c. c. de A). L'image à peine visible doit être retirée du bain sans perte de temps; on la lave et on la fixe dans un bain de 15 grammes d'hyposulfite de soude dissous dans 100 c. c. d'eau. On renforce en plongeant d'abord l'image dans un bain de 1 gramme de bichlorure de mercure dans un litre d'eau : l'image disparaît; on lave et on développe avec un bain d'amidol dont la solution de réserve contient : eau, 100 c. c.: sulfite de soude cristallisé, 10 grammes; amidol, 1 gramme. De cette solution on prend 10 c. c. que l'on ajoute à 100 c. c. d'eau; on recommence les renforcements jusqu'à intensité suffisante.

M. E. Rothé [1] a supprimé le miroir de mercure dans le châssis Lippmann; il utilise seulement comme surface réfléchissante la surface de séparation gélatine-air. Il suffit de placer dans un appareil quelconque, la face du verre tourné vers l'objectif, une plaque transparente au gélatino-bromure préparée par le procédé Lippmann. On peut admettre qu'avec un bain de mercure tout l'air n'a pas été chassé entre la gélatine et le mercure; il en subsiste une mince couche qui est trop mince pour que l'épaisseur traversée introduise une différence de marche appréciable, mais dont la présence peut causer une réflexion sur la surface de séparation gélatine-air avec une différence de phase déterminée. Il y aurait alors, outre la réflexion sur le miroir de mercure, une réflexion sur l'air qui pourrait expliquer les teintes variées observées sur les plaques insuffisamment posés. Les photographies ainsi produites présentent l'avantage de pouvoir être obtenues sans matériel spécial dans un appareil quelconque; elles sont tout à fait suffisantes pour servir à des démonstrations et peuvent être exécutées par tous les amateurs.

M. Niewenglowski a fait observer [2] qu'il y avait lieu d'utiliser dans la préparation de l'émulsion Lippmann les nouveaux sensibilisateurs pour le rouge qui ont été récemment mis dans le commerce et d'employer les nouveaux écrans à l'esculine qui arrêtent les radiations ultrà-violettes.

§ 3. — PROCÉDÉS DIVERS.

1979. Plaques autochromes. — La Société Lumière a entrepris la fabrication de plaques permettant d'obtenir directement des photographies en couleur. Comme l'a fait observer M. Wallon [3], ce procédé constitue un nouveau mode d'application de la méthode indirecte imaginée par Cros et Ducos du Hauron; c'est aussi une très heureuse modification du procédé

1. *Comptes rendus*, 1904. — 2. *La Photographie*, 1904. — 3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1904, p. 339; *La triplice photographique.*

que l'on a très improprement appelé procédé Joly et dans lequel on utilisait de manière analogue des écrans lignés en trois couleurs. Ce procédé a été décrit il y a plus de trente ans par Ducos du Hauron, qui s'exprime ainsi: « Il est absolument indifférent pour les résultats optiques à obtenir que le « réseau soit constitué par des lignes droites et constamment parallèles ou « par des divisions géométriques quelconques, pourvu que, dans un espace « donné, le fractionnement de chacune des trois couleurs reproduise la « même somme de surface pour chacune d'elles. »

Le procédé de MM. Lumière consiste à déposer à la surface du verre des grains de fécule colorés; on les recouvre de vernis convenable, puis d'une couche d'émulsion sensible. La plaque est exposée par le côté verre, de telle sorte qu'avant d'atteindre l'émulsion, la lumière passe au travers des grains de fécule; on développe. L'image examinée par transparence montre les couleurs complémentaires de celles du sujet photographié; on transforme le négatif en positif, qui présente alors les couleurs de l'objet.

Si nous considérons, en effet, une région de l'image colorée en rouge, les rayons lumineux rouges seront absorbés par les éléments verts de la couche, tandis que les éléments orangés et violets se laisseront traverser par ces radiations. Le développement de cette plaque viendra masquer les éléments orangés et violets, tandis que les éléments verts apparaîtront après le fixage. On a donc dans ce cas un résidu coloré vert, complémentaire des rayons rouges considérés, et de même pour les autres couleurs. On conçoit qu'un négatif ainsi obtenu puisse, par reproduction à la chambre noire dans les mêmes conditions, donner avec des plaques préparées de même manière des épreuves positives complémentaires des négatifs, c'est-à-dire reproduisant les couleurs de l'original; mais il est plus simple de transformer le négatif en positif par les procédés connus.

La couche formée par des écrans microscopiques orangés, verts, violets s'obtient en séparant dans la fécule de pomme de terre les grains ayant de 15 à 20 millièmes de millimètre de diamètre. Ces grains sont divisés en trois lots, qui sont colorés respectivement en rouge-orangé, vert et violet à l'aide de matières colorantes spéciales. Après dessiccation, on prépare un mélange ne présentant pas de teinte régulière, et la poudre ainsi préparée est étendue au blaireau sur une lame de verre recouverte d'un enduit poisseux. La difficulté de fabrication de cette couche réside en l'obtention d'une seule couche de grains se touchant tous, sans aucune superposition.

On obture ensuite, par le même procédé de saupoudrage, les interstices qui peuvent exister entre les grains et qui laisseraient passer de la lumière blanche. Cette obturation s'effectue à l'aide d'une poudre noire très fine, du charbon de bois pulvérisé, par exemple.

La surface ainsi préparée est isolée à l'aide d'un vernis ayant un indice de réfraction voisin de celui de la fécule. Ce vernis est aussi imperméable que possible et l'on coule sur lui une couche mince d'émulsion sensible panchromatique au bromure d'argent.

L'exposition se fait dans un appareil photographique ordinaire, la plaque étant *retournée*, c'est-à-dire la face verre tournée vers l'objectif. La lumière traverse les particules colorées avant d'atteindre la couche sensible. On interpose un écran jaune spécial destiné à compenser l'excès d'activité des radiations violettes et bleues.

Ce procédé est le plus pratique de tous ceux qui ont été publiés et fait le plus grand honneur à l'habileté de MM. Lumière. Bien que les petits écrans colorés absorbent une assez forte portion des radiations qui traversent l'objectif, il est cependant possible d'obtenir au soleil des images en 0s,2 à l'aide d'objectifs très lumineux. Les manipulations sont simples et très peu différentes de celles qui sont en usage dans la photographie ordinaire.

1980. Emploi du sous-chlorure d'argent. — M. de Saint-Florent[1] obtient des photographies en couleur sur papier à la celloïdine. Ce papier est d'abord exposé à la lumière jusqu'à ce qu'il se produise une nuance violet clair; on recouvre alors la feuille d'une couche de gomme arabique assez épaisse, on fait sécher; on expose ensuite à la lumière (pendant trois ou quatre heures au soleil) sous l'image transparente en couleur servant d'original : on obtient ainsi une image à couleurs très vives que l'on expose pendant quelques instants à la lumière à sa sortie du châssis-presse pour faire venir les noirs; on fixe dans un bain contenant 30 c. c. d'ammoniaque pour 1 litre d'eau; on ravive les couleurs en exposant de nouveau à la lumière ou en présentant l'épreuve devant un feu un peu vif. On peut encore passer un fer chaud à la surface de l'image en interposant une feuille de papier buvard; l'épreuve est alors fixée.

BIBLIOGRAPHIE.

Armin, *Der Gummidruck in natürlichen Farben.*

Aubry (R.), *Annuaire général et international de photographie.*

Bergling, *Stereoskopie fur Amateur Photographen.*

Cheld Bayley (R.), *Photography in colours.*

Clerc (L.-P.), *L'année photographique.*

Dugardin (L.), *Traité pratique de la photographie en couleurs.*

Eder (Dr J.-M.), *Jahrbuch für Photographie und Reproduktionstechnik.*

— *Spektralanalytische Studien über photographischen Dreifarbendruck.*

Eder et Varenta, *Beitrage zur Photochemie und Spektralanalyse.*

Engstler (Prof. M.), *Die Photographie in natürlichen Farben.*

Fritsch (Prof. Dr G.), *Beiträge zur Dreifarbenphotographie.*

Graby (A.), *Photographie des couleurs.*

Günther (L.), *Das farbenempfindliche Chlorsilber und Bromsilber.*

Hanneke (P.), *Die Herstellung von Diapositiven zu Projektionszwecken.*

Hübl, *Three Colour Photography.*

Kayser (Prof. H.), *Handbuch der Spektroskopie.*

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1904, p. 352.

König (Dr E.), *Die Farbenphotographie.*

Lichtenberg, *Die indirekte Farbenphotographie in der Hand des Amateurs,*

Liesegang, *Die Projektionskunst.*

Lorilleux, *Les impressions en trois couleurs.*

Manchot (W.), *Das Stereoskop.*

Miethe (Prof. Dr A.), *Dreifarbenphotographie.*

Mercator (G.), *Die Diapositiv-Verfahren.*

Munkert (A.), *Die Normalfarben.*

Naudet (G.), *Les agrandissements simplifiés.*

Niewenglowski (G. H.), *Pratique des projections lumineuses.*

Perscheid (N.), *Photographie in natürlichen Farben.*

Prieur (P.), *La photographie indirecte des couleurs; ses applications industrielles.*

Scheffert (Dr W.), *Anleitung zur Stereoskopie.*

Schnauss (H.), *Diapositive.*

Soulier (E.), *Nouveau traité sur les impressions modernes en couleur.*

Stolze (Dr E.), *De Kunst der Vergrösverieng auf Papier und Platten.*

Tranchant (L.), *La photographie des couleurs simplifiée.*

Trutat (E.), *Traité général des projections.*

Vidal (L.), *La photographie des couleurs par impressions pigmentaires superposées.*

— *Traité pratique de photochromie.*

Ziegler (W.), *Verfahren zur Herstellung von Farbenteilplatten für Mehrfarbendruck.*

LIVRE V

APPLICATIONS SCIENTIFIQUES

§ 1. — Microphotographie.

1981. Appareils. — Les appareils pour photomicrographie se composent essentiellement d'un microscope muni de ses objectifs, oculaires et condensateurs et d'un banc optique destiné à faciliter l'éclairage de la préparation. On peut utiliser tout microscope destiné à l'observation ; comme l'image photographiée présente en général un très fort rapport d'agrandissement avec l'objet, le déplacement de l'objet pour sa mise en plaque, la mise au point de cet objet doivent être réalisés à l'aide de mouvements très précis ; il en est d'ailleurs de même de la mise au point de l'éclairage. Dans ces dernières années, les applications du microscope à la métallurgie ont nécessité la construction de modèles nouveaux permettant d'éclairer la surface métallique à étudier non plus par transparence, mais par réflexion. De nouveaux types de microscopes ont été établis pour répondre à ce but, types qui diffèrent dans leurs parties essentielles des modèles courants et qui facilitent l'enregistrement par la photographie de tous les résultats observés. De nouveaux objectifs spécialement établis pour la photomicrographie permettent la production d'images fort nettes sur une surface relativement très grande, résultat qui ne peut être obtenu qu'en utilisant un bon éclairage : d'où la nécessité d'utiliser des condensateurs spéciaux. L'image nette obtenue sur le plan qu'occupera la surface sensible ne sera nette sur l'épreuve que si la position de ce plan est assurée d'une façon rigoureusement invariable, résultat qu'on ne saurait obtenir avec la plupart des chambres usuelles. Ce sont là les principales raisons qui ont poussé les constructeurs à modifier, en vue des applications photographiques, le matériel anciennement utilisé en micrographie. Les modifications ont porté sur la monture et les pièces qu'elle comporte (*stand, stativ*), c'est-à-dire sur le tube, les organes de mise au point (crémaillère, vis micrométrique), la platine, la sous-platine, sur les objectifs, sur les condensateurs, et l'on possède actuellement un matériel suffisamment perfectionné pour aborder les problèmes les plus délicats de l'enregistrement des observations microscopiques.

1982. Montures. — Les anciennes montures, de très grandes dimensions, sont de plus en plus délaissées, et l'on adopte dans la pratique les modèles dont la hauteur moyenne ne dépasse pas 30 à 36 centimètres; à la diminution de hauteur correspond un accroissement de stabilité, qualité qu'on ne saurait trop rechercher en microphotographie.

Les tubes portant les oculaires ont chez les constructeurs anglais et américains des dimensions parfaitement calibrées qui sont celles adoptées par la Société royale de microscopie de Londres. Pour le tube portant les oculaires, ce diamètre intérieur est de 1,27 de pouce; il est de 1 pouce 527 pour le tube intérieur de la sous-platine qui porte les appareils d'éclairage; le pas de vis qui porte les objectifs est le pas de vis dit *universel*, adopté aujourd'hui par tous les constructeurs. Les tubes de très large diamètre (comme ceux du stand 1 C. de Zeiss, dont le diamètre atteint 49 millimètres), sont d'un emploi avantageux, parce qu'ils permettent l'utilisation de tout le champ des objectifs de faible pouvoir et l'emploi d'un garnissage intérieur de velours noir pour supprimer toute réflexion des rayons marginaux contre les parois du tube.

C'est à ce tube que sont fixés les organes de *mise au point rapide* par crémaillère. Les bons constructeurs utilisent les crémaillères à dents obliques qui offrent plus de solidité que les crémaillères à dents droites. La crémaillère oblique fixée aux glissières prismatiques portant le tube est actionnée par un pignon adapté à la potence qui porte la vis micrométrique.

La mise au point *lente* se fait par vis micrométrique. Il est peu de parties du stand sur lesquelles se soit plus exercée la sagacité des constructeurs : c'est que de son exactitude dépend grandement la possibilité d'employer les objectifs de fort pouvoir résolvant que l'on utilise aujourd'hui. Les dispositifs adoptés consistent à conserver l'invariabilité de distance entre l'objectif et l'oculaire. La vis micrométrique doit présenter douceur et sensibilité des mouvements. Un type adopté par la maison Watson et Sons consiste à faire agir la vis micrométrique sur l'extrémité d'un levier actionnant le chariot du mouvement rapide et du tube qui lui est attaché. Un ressort antagoniste tend à repousser vers le haut tout ce chariot; la force élastique de ce ressort n'est que légèrement supérieure au poids du chariot, de sorte qu'il suffit d'un léger effort pour en provoquer l'abaissement. Dans le modèle Watson-Springer, on utilise une seule vis micrométrique et un levier de second ordre. Le même constructeur a établi des vis micrométriques à deux pas et deux écrous (*mulliple-speed*). Dans un modèle récemment construit (*Males-Watson two-speed*), la potence qui supporte le tube est munie de deux vis micrométriques portant chacune un bouton de mise au point et destinées à produire, l'une le mouvement lent, l'autre le mouvement extra-lent qui donne la mise au point définitive.

Le microscope grand modèle nouveau A1 de Reichert est muni d'une vis micrométrique qui fonctionne de telle manière qu'en tournant le bouton de mise au point elle engrène une couronne circulaire, taillée obliquement à sa partie supérieure, sur laquelle vient glisser un galet portant le chariot du tube; l'obliquité de la partie supérieure de la couronne détermine la montée ou la descente du tube. Le mouvement en arrière de la vis micrométrique est inutile; il en est de même dans le nouveau modèle de Leitz. Ces mouvements lents, comme d'ailleurs celui construit par Zeiss sur les plans de

Berger, sont très doux, très précis, et grâce à la pression du ressort qui tend à diminuer le poids de l'équipage portant le tube, l'oculaire et les objectifs, il est à peu près impossible de briser le couvre-objet d'une préparation, lors même qu'il serait touché par l'objectif.

La *platine* est mobile, à déplacement rectangulaire et à division pour le repérage des préparations. Pour la microphotographie, il n'est pas utile que ce déplacement soit considérable, et il est avantageux qu'il se fasse à l'aide d'une vis à mouvement relativement lent, tandis que dans les stativ pour l'observation directe le déplacement de la platine est en moyenne de 25 millimètres dans tous les sens et peut même dépasser 50 millimètres dans un excellent modèle construit par Nachet pour explorer méthodiquement les préparations[1]. Il est bon que la platine puisse tourner *complètement* autour de l'axe du microscope. Presque tous les constructeurs ont adopté ce mouvement de rotation de la platine, souvent mesurable par une graduation en degré avec verniers. Dans quelques nouveaux modèles de Watson, de Beck, de Powel et Lealand, etc., la platine fait une rotation *complète*, ce qui est utile dans certains cas.

La *sous-platine* est établie pour recevoir les appareils d'éclairage. Les plus employés sont désignés sous le nom de *condensateurs;* ils peuvent d'ailleurs recevoir des polariseurs. La sous-platine la plus simple consiste en un tube vissé sous la platine et pouvant maintenir les condensateurs, tubes diaphragmes, etc. Dans les appareils perfectionnés, ce tube est supporté par un anneau circulaire de diamètre égal à 1P 527 = 38mm. L'anneau est fixé à une tige prismatique, munie d'une crémaillère, ce qui permet d'approcher ou d'éloigner l'anneau de la préparation. La mise au point des condensateurs peut donc être réalisée à l'aide de cette crémaillère; on peut l'obtenir aussi à l'aide d'une vis micrométrique, ce qui est utile quand on utilise les condensateurs apochromatiques et les objectifs de fort pouvoir résolvant. Le manchon qui porte le condensateur est souvent muni de vis permettant de placer l'axe du condensateur dans l'axe du microscope, de *centrer* ce condensateur; un pignon, engrenant la périphérie dentée du porte-condensateur, permet de le faire tourner de 360°, dispositif pratique quand on utilise la lumière polarisée.

Les appareils d'éclairage condensateurs, désignés autrefois sous le nom d'éclairage Dujardin, sont surtout utilisés depuis les travaux d'Abbe, l'optique géométrique ne démontrant nullement l'utilité de concentrer sur la préparation un cône lumineux d'angle plus ou moins obtus. En photomicrographie, on utilise fréquemment comme condensateur des objectifs achromatiques ou des apochromatiques de faible ouverture. Les condensateurs les plus connus sont ceux d'Abbe qui sont constitués par deux lentilles (N. A. 1,20) ou par trois lentilles (N. A, 1,40). Ces condensateurs ne sont pas achromatiques. Ces derniers, chez les bons constructeurs, admettent une ouverture numérique de 1,30; mais le plus souvent, étant donnée la courte distance frontale de ces appareils, l'objet à éclairer doit être monté sur une lame ayant une épaisseur inférieure à 0mm7, ce qui est souvent gênant. Swift, Reichert, Beck, Watson, Zeiss construisent des condensateurs de cette nature.

1. *Archives d'anatomie microscopique*, avril 1902.

Les condensateurs apochromatiques autres que les objectifs de distance frontale suffisante admettent une ouverture numérique égale à 0,95, avec un cône d'éclairage parfaitement aplanétique de 0,90. Powel et Lealand, artistes anglais qui excellent dans la construction des appareils de micrographie, livrent couramment un condensateur apochromatique d'ouverture numérique 1,40, qui est certainement le condensateur le plus parfait que l'on puisse utiliser actuellement. M. Conrady, directeur des ateliers Watson, a récemment établi un condensateur dont l'emploi est très pratique pour les travaux de microphotographie : il permet d'éclairer de larges surfaces. Quand il s'agit d'éclairer des préparations un peu grandes, on utilise des lentilles spéciales constituées par trois verres collés; ces lentilles permettent d'éclairer uniformément des surfaces ayant jusqu'à 25 millimètres de diamètre, avantage précieux quand on utilise des objectifs photographiques tels que les planar, héliar, etc., de court foyer. Ces condensateurs portent en Angleterre le nom de *macro illuminator*. On peut les remplacer par un objectif à portrait de très court foyer (35 à 75 millimètres de foyer). Les condensateurs sont munis de diaphragmes iris que l'on peut excentrer, ce qui donne les effets si utiles d'éclairage oblique et permet la photographie de détails invisibles par l'éclairage centrique.

L'ouverture numérique du condensateur employé doit être en relation avec l'ouverture numérique de l'objectif. Les meilleurs résultats sont obtenus en éclairant la préparation avec un cône éclairant d'ouverture égale aux deux tiers de l'ouverture de l'objectif. On s'en assure d'une façon suffisamment précise en mettant au point une préparation, enlevant l'oculaire et regardant directement dans le tube du microscope : le diamètre du disque central, vivement éclairé, qui se dessine sur la lentille postérieure doit être égal aux deux tiers du diamètre du cercle moins éclairé qui représente le champ de l'objectif; on fait manœuvrer le diaphragme iris du condensateur jusqu'à ce que ce résultat soit obtenu. Quand on photographie des objets très transparents, non colorés et dont les détails ne se distinguent que par des différences de réfringence, il y a lieu d'employer un cône éclairant dont l'angle au sommet est plus aigu, résultat que l'on obtient en diminuant l'ouverture du diaphragme. Avec des préparations colorées, s'il s'agit de bactéries, par exemple, on pourra utiliser une ouverture numérique un peu plus grande. Dans la majorité des cas, on essaiera tout d'abord une ouverture numérique plus faible d'environ un tiers que celle de l'objectif monté sur le microscope.

Si l'ouverture numérique du condensateur est comprise entre 1 et 1,20, on ne l'utilisera complètement qu'en unissant le porte-objet à la frontale avec de l'eau ou de la glycérine; quand l'ouverture est comprise entre 1,25 et 1,40, on emploiera l'huile de cèdre comme liquide d'immersion du condensateur.

La plupart des condensateurs sont disposés pour recevoir des écrans colorés. Ces écrans, constitués soit par du verre optiquement travaillé et coloré dans sa masse, soit par des pellicules de gélatine emprisonnées entre deux glaces, soit par des liquides (auquel cas on utilise des cuves spéciales montées sur banc optique), sont indispensables quand on se sert de plaques orthrochromatiques; l'emploi de ces dernières est d'ailleurs nécessaire pour obtenir le rendu de certains détails colorés. On doit posséder une série

de ces écrans, en particulier celle des écrans à l'acide picrique ou à la tartrazine; on les prépare exactement comme ceux qui servent à la photographie ordinaire (voir page 131).

L'éclairage de la préparation peut être obtenu en utilisant l'objectif même du microscope à la fois comme condensateur éclairant et comme objectif formant l'image; les condensateurs prennent alors le nom d'*illuminateurs* et servent à éclairer les corps opaques, tels que les échantillons de métaux. Dans ce cas particulier, l'emploi du microscope est très en faveur parmi les métallurgistes auxquels il permet, grâce à la photographie, de conserver une représentation exacte de la structure, souvent très altérable, de certains métaux. Le métal convenablement poli est disposé sur la platine du microscope à l'aide d'un adapteur spécial (*Universal metal Holder* de Watson, Beck, etc.) et l'on utilise un microscope de forme usuelle; ou bien on se sert d'un microscope de forme spéciale tel que celui de Walter Rosenhain, construit par Beck, ou le stativ Martens, construit par Zeiss, ou le modèle Osmond, construit par Nachet, etc. Dans ces modèles, au lieu d'opérer la mise au point en déplaçant le tube comme on le fait généralement, on l'obtient en déplaçant la platine avec sa sous-platine. C'est là une disposition avantageuse quand on éclaire la préparation à l'aide de la lumière réfléchie. Le tube dans le stativ Martens n'a qu'un mouvement rapide de mise au point par crémaillère : la platine est portée par un chariot muni d'un mouvement rapide et d'un mouvement lent par vis micrométrique; l'appareil d'éclairage, étant placé entre l'objectif et l'oculaire, est donc fixe. Le stativ Martens reste toujours dans la position horizontale; on n'a donc pas à craindre les changements de mise au point qui se produisent après le renversement de la monture.

L'éclairage peut être obtenu soit à l'aide d'un prisme à réflexion totale, soit à l'aide d'une lame transparente. Le premier de ces appareils se compose d'un prisme réflecteur spécial qui, au moyen de deux boutons latéraux, peut renvoyer, suivant l'axe d'un microscope, un faisceau lumineux qui va traverser l'objectif et se concentre sur la préparation : la lumière arrive au travers d'une ouverture pratiquée dans la monture du prisme qui se visse au nez du microscope; la largeur de ce prisme est assez faible pour qu'il n'occupe qu'une partie du champ : un diaphragme iris ou une série de diaphragmes à vannes se placent devant l'ouverture faite sur la surface latérale de la monture pour permettre l'orientation de l'appareil. Le *vertical illuminator*, construit pour la première fois par Beck sert au même usage. Il est constitué par un manchon cylindrique en cuivre, se vissant comme le précédent au-dessus de l'objectif; il contient une tige se terminant par un mince couvre-objet; la tige, montée perpendiculairement au tube du microscope, est douée d'un mouvement de rotation autour de son axe. Par l'ouverture latérale placée sur ce manchon et souvent munie d'un diaphragme iris, on projette un faisceau lumineux sur la face inférieure de ce couvre-objet convenablement incliné. Ce faisceau va traverser l'objectif, est concentré sur l'objet et revient à l'œil de l'observateur après avoir traversé la lamelle transparente. Krauss construit des objectifs illuminateurs permettant les mêmes effets d'éclairage.

On peut enfin éclairer l'objet opaque soit à l'aide d'une loupe condensatrice munie d'un diaphragme iris et montée sur pied articulé, soit à l'aide

d'un réflecteur parabolique en verre argenté que l'on fixe soit à la monture du microscope, soit à la monture de l'objectif (*Sorby parabolic reflector*); ces derniers accessoires sont réservés pour l'utilisation des objectifs de faible pouvoir résolvant et de longue distance frontale.

1983. Objectifs et oculaires. — Les objectifs utilisés en photomicrographie peuvent être divisés en deux catégories : les objectifs photographiques proprement dits et les objectifs de microscope.

Les objectifs photographiques employés actuellement sont du type des anastigmats. Les planar de Zeiss (C **1554**) sont universellement estimés. On utilise les objectifs dont la distance focale ne dépasse pas 75 à 80 centimètres. Les unofocal de Beck-Steinheil d'ouverture *f*/4 et de distance focale 25 et 50 millimètres, les orthostigmats du même constructeur sont d'un emploi particulièrement avantageux [1], surtout pour la photographie de pièces entomologiques ou de préparations botaniques [2]; il en est de même de l'héliar de Voigtlænder [3] de distance focale 51 millimètres. Les *Summar* *f*/4,5 de Leitz, les eurygraphes de Lacour fournissent aussi des images remarquablement nettes et sont d'un emploi très pratique.

Les objectifs de microscope, s'il s'agit de photographier de très fins détails, seront de grande ouverture numérique et *apochromatiques*. On a longtemps discuté sur l'utilité et la supériorité de ces objectifs. Il en est de ces instruments comme des objectifs à immersion homogène. On les trouve aujourd'hui dans tous les laboratoires, alors que leur emploi était proclamé inutile il y a quelques années [4]. On a d'ailleurs vu les mêmes erreurs se produire plus récemment pour les anastigmats; mais les bons observateurs sont d'accord pour reconnaître que si la fabrication des apochromatiques est délicate et n'a été réussie que par un très petit nombre de constructeurs, leur maniement nécessite des soins, des connaissances théoriques et une certaine habitude qui s'acquiert d'ailleurs très vite. Sans ces précautions, les objectifs apochromatiques ne montrent qu'une faible supériorité optique sur les objectifs achromatiques que l'on trouve partout. En employant ces objectifs à la photographie de tests difficiles tels que les tests de Grayson n° 5 et n° 6 on pourra reconnaître la très grande supériorité de ces objectifs sur les achromatiques. Ces réseaux de Grayson [5] sont constitués par des séries de lignes de plus en plus rapprochées, gravées sur verre et formant des bandes; chaque numéro de test contient douze bandes : la bande n° 1 du test n° 5 contiendrait 5,000 lignes par pouce anglais; la bande n° 12 en contiendrait 60,000. Dans le test n° 6, la bande n° 1 commence à 10,000 lignes pour finir à 120,000 lignes au pouce (soit plus de 4,800 au millimètre). Nous ne croyons pas qu'on puisse trouver de meilleur sujet d'études que la photographie de ces tests indispensables pour progresser dans la technique de la photomicrographie. L'étude du test n° 5 est suffisante pour celui qui se borne aux photographies des préparations histologiques; le n° 6, d'un prix beaucoup plus élevé, et le n° 5 à *bandes*

1. Spitta, *Photography*, n° 688. — 2. Valenta, *Phot. Correspondenz*, vol. xxxix, p. 159. — 3. Eder, *Jarbuch*, 1904, p. 195. — 4. *Congrès de Photographie*, 1889 — 5. *Journal Royal microscopical Society*, 1895, p. 134; 1898, p. 690; 1899, p. 122.

croisées seront employés avec fruit par tous ceux qui veulent élucider les problèmes les plus ardus de la photomicrographie.

Comme l'a indiqué M. Nelson[1], il n'existe pas de meilleur moyen que l'emploi de ces plaques, fait dans les conditions mêmes d'une observation quelconque, pour déterminer le pouvoir réel d'un objectif et décider s'il est suffisant ou non pour le travail que l'on veut faire.

La construction des apochromatiques n'est supérieurement réalisée que par un très petit nombre d'opticiens : Zeiss, à Iéna, qui a établi les premiers objectifs à immersion homogènes et les premiers apochromatiques ; Powel et Lealand, à Londres; Reichert, à Vienne, sont les opticiens les plus réputés pour la construction de ces objectifs qui sont fabriqués aussi par quelques autres bons opticiens. Il est à remarquer d'ailleurs que chacun de ces constructeurs réussit plus particulièrement tel ou tel numéro d'objectif : l'immersion homogène 3 mill. 1,40 de Zeiss, l'immersion homogène 2 mill. de Powel et Lealand (1/12, N. A. 1,40), le 4 mill. 0,95 de Reichert, celui de Zeiss, sont justement réputés. Il suffit d'ailleurs de posséder un petit nombre de ces appareils dont le prix d'achat est élevé : une série composée d'objectifs apochromatiques de 1/2 pouce, 1/4 et 1/8 de pouce suffit à tous les besoins; on peut prendre aussi 2/3, 1/6e et 1/12e de pouce. Le maniement d'objectifs de 1/12e de pouce est plus délicat que celui des objectifs de 1/8e, et, conformément aux conclusions d'Abbe [2], ce dernier objectif d'ouverture 1,40 permettra des grossissements plus faibles et une luminosité plus grande que celle fournie par les objectifs de 1/12e de pouce d'ouverture 1,30. Dans la pratique, il n'y a que des inconvénients à augmenter le grossissement du microscope au delà d'une certaine limite; cette limite est d'ailleurs plus faible qu'on ne le croit généralement; elle est comprise entre 750 et 800 diamètres dans les conditions les plus favorables, entre 1,400 et 1,500 diamètres dans les conditions les plus défavorables pour l'observation directe. En photomicrographie, la grosseur du grain de la plaque au gélatino-bromure nécessite l'emploi de grossissements élevés ; avec des plaques à l'albumine ou avec des plaques *sans grain*, il serait inutile de dépasser les grossissements de 750 diamètres pour les objectifs les plus résolvants d'un emploi pratique, c'est-à-dire pour des objectifs de 1,40 à 1,45 d'ouverture numérique. En fait, avec les plaques au gélatino-bromure, il a été toujours inutile de dépasser pour la production du négatif des grossissements de 2,000 diamètres avec des objectifs de 1/8e de pouce et une ouverture numérique de 1,40.

A côté des objectifs apochromatiques, nous devons citer les objectifs particulièrement bien corrigés au point de vue achromatique ; ces corrections, dans certains cas, sont réalisées par l'emploi de lentilles en *spath fluor*, utilisées pour la première fois par Spencer dès l'année 1853. Ces objectifs, que l'on désigne quelquefois sous le nom de *semi-apochromatique*, *pan-aplanatic*, *holoscopique*, etc., sont d'un excellent emploi. L'objectif holoscopique de 24 millimètres de Watson et Sons est le meilleur objectif de ce pouvoir que nous ayons employé pour la photomicrographie ; en particulier, son champ est remarquablement plan, et avec la très grande ouverture *f*/2 il donne une image nette d'un champ d'objet de 0mm25.

1. *Journal R. Micr. Soc.*, octobre 1906. — 2. *Ibid.*, 1882, pp. 300, 460; 1853, p. 799.

Les oculaires *compensateurs* sont utilisés avec les objectifs apochromatiques; leur emploi permet d'annuler certains résidus d'aberration et le système optique constitué par l'objectif et l'oculaire permet de projeter l'image sur la plaque sensible. Ces oculaires sont fréquemment employés avec les objectifs achromatiques de courte distance focale.

Les oculaires *holoscopiques* de Watson peuvent être employés soit avec des objectifs ordinaires, soit avec des apochromatiques, holoscopiques, etc.; ils donnent des images très brillantes. Le verre de l'œil peut s'éloigner du verre de champ et cet écartement est mesuré par une graduation tracée sur la monture. Avec le minimum de distance, l'oculaire possède une sur-correction; en tirant plus ou moins le coulant, le sens de la correction change de signe et cela d'autant plus que le tirage est plus grand. On peut donc approprier le degré de sous-correction à celui que réclame l'objectif apochromatique dont on fait usage; on peut les employer sur un tube de longueur quelconque. Il en est de même des oculaires universels de Swift, dont les oculaires achromatiques remplacent avantageusement les anciens oculaires de Huyghens pour la photographie.

1984. Bancs optiques. — Les bancs optiques servent à amener la lumière sur le condensateur ou sur la préparation; ils sont disposés pour supporter la source lumineuse et sont établis de telle sorte que le centrage des diverses pièces employées puisse être fait facilement. Ils consistent essentiellement en un prisme triangulaire d'acier sur lequel peuvent glisser des chevalets à patins portant des lentilles condensatrices, des diaphragmes iris, des cuves à eau ou à liquide coloré permettant l'emploi de la lumière monochromatique, etc.; ces chevalets se fixent à la position choisie au moyen des vis que portent chacun d'eux. Le banc optique sert aussi à installer des systèmes optiques collecteurs permettant un éclairage de la préparation plus intense que si l'on employait une seule lentille.

Le banc optique construit par Zeiss et décrit par A. Kœhler[1] est destiné à projeter ou photographier les préparations microscopiques avec les objectifs puissants. Après la source lumineuse, on place une première lentille convergente, puis une cuve à liquide destinée à absorber la chaleur émise par la source éclairante; à la suite de cette cuve se trouve un diaphragme iris, puis deux lentilles condensatrices déposées à distance l'une de l'autre; la troisième lentille projette l'image réduite de la source lumineuse sur le diaphragme iris du condensateur.

Le banc optique de Beck permet d'utiliser soit la lampe de Nernst, soit une lampe à incandescence par le gaz pour l'éclairage de la préparation par lumière ordinaire ou lumière monochromatique; il est constitué par un prisme d'acier de 75 centimètres de longueur pouvant recevoir divers patins susceptibles d'être fixés sur ce prisme et soigneusement alignés, suivant une arête du prisme; à ces patins peuvent être fixés des lentilles, des prismes, des réseaux, etc. Dans le modèle courant, à la suite de la lampe se trouve une lentille condensatrice aplanétique et achromatique de 45 millimètres de diamètre et 177 millimètres de foyer donnant une image bien nette de la source qui est projetée sur une fente réglable; cette fente est au

1. *Zeitschrift f. wissent. Mikr.*, 1902, XIX, p. 417.

foyer d'une autre lentille de même dimension qui donne un faisceau lumineux projeté sur un réseau ou sur un prisme. La lumière qui a traversé le prisme est recueillie par une lentille et traverse soit un condensateur, soit un illuminateur. Quand on utilise le banc optique pour l'éclairage ordinaire, on emploie un condensateur de lanterne de projection et une cuve à eau; on supprime la fente, ainsi que le prisme ou le réseau.

Le banc optique de Watson est surtout utilisé avec le condensateur de Conrady et les écrans ou les cuves à liquides monochromatiques; des iris diaphragmes permettent de réduire le faisceau lumineux suivant le pouvoir des objectifs employés.

1985. Photomicrographie stéréoscopique. — La maison Zeiss a établi deux statifs binoculaires permettant la vision stéréoscopique et la photographie; l'un des statifs est construit d'après les indications de Greenough, l'autre d'après celles de Brauss-Drüner; ils possèdent l'un et l'autre deux tubes distincts formant microscopes complets avec objectifs et oculaires. Dans le modèle Brauss-Drüner employé pour la photomicrographie, on supprime ces tubes et on les remplace par la chambre stéréoscopique; on les conserve, au contraire, dans le modèle de Greenough. Les axes des tubes sont inclinés de 14° l'un sur l'autre; cette inclinaison correspond à peu près à celle des yeux pour la vision d'objets rapprochés. Quand on utilise ces appareils pour la photomicrographie, l'image formée par les objectifs vient se projeter sur la plaque qui est placée perpendiculairement à l'axe optique de l'objectif correspondant.

La vision stéréoscopique dans ces deux modèles n'est pas obtenue en partageant le faisceau de rayons reçus par un seul objectif, comme cela a lieu dans les microscopes binoculaires précédemment construits; on utilise deux microscopes redresseurs complets et on photographie les images que forme chaque microscope ou chaque objectif.

1986. Photographie en lumière ultrà-violette. — Le grossissement utile du microscope est limité à 1,000 ou 1,500 diamètres en lumière blanche et avec les liquides à immersion connus. Les reproductions microscopiques cessent d'être semblables aux objets examinés quand les dimensions des longueurs d'onde sont du même ordre de grandeur que les objets ou détails à reproduire; il y a donc intérêt à employer en microscopie des longueurs d'onde aussi petites que possible, et dans ce but, sur les données de M. A. Kœhler et les calculs de M. von Rohr, la maison Zeiss[1] a établi tout un matériel destiné à donner des photographies en lumière ultrà-violette. M. von Rohr a démontré qu'il était possible de constituer un système optique aplanétique et de grande ouverture formé par un système de lentilles collectrices toutes taillées dans la même substance. Ces systèmes ne sont pas achromatiques et exigent l'emploi d'une lumière strictement monochromatique; la lumière ultrà-violette étant invisible, il a fallu recourir à la photographie. On utilise une longueur d'onde $\lambda = 275\ \mu\mu$, c'est-à-dire deux fois plus petite que celle des rayons qui impressionnent le plus

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1906, p. 85; *Physikal. Zeit.* 1904, p. 669.

la rétine, de telle sorte qu'un objectif *monochromatique* en lumière ultrà-violette d'ouverture 1,25 a un pouvoir résolvant sensiblement égal à celui d'un objectif d'ouverture 2,50 en lumière du jour.

L'installation comporte un appareil d'éclairage complet en quartz, qui projette le spectre discontinu d'un métal (le cadmium ou le magnésium, mais le premier est préférable) sur le diaphragme du microscope. L'appareil est réglé de manière que la seuls raie $\lambda = 275$ $\mu\mu$ tombe sur l'ouverture du diaphragme. Le réglage se fait au moyen d'un verre d'urane, sur lequel on voit le spectre ultra-violet par fluorescence; l'éclairage est donc strictement monochromatique.

Le microscope est du modèle usuel; la partie optique est en quartz, la chambre de microphotographie est verticale. Comme liquide d'immersion, on utilise un mélange de glycérine et d'eau qui a exactement le même indice de réfraction que le quartz. Pour les préparations, on utilise des lames et des lamelles de quartz, et pour l'inclusion on se sert de glycérine, d'huile de vaseline, de solution de sel de cuisine, etc.

L'image n'est pas visible à l'œil nu sur le verre dépoli. Pour trouver la place de la préparation et la mettre au point, on se sert d'un chercheur spécial, imaginé par M. Kœlher. Ce chercheur permet de rendre visible la lumière ultrà-violette avec laquelle on veut opérer et éliminer une lumière parasite qui est gênante (la lumière ultra-violette produit, en effet, des phénomènes de fluorescence dans la plupart des préparations). Par suite de ces phénomènes, la préparation émet une lumière appartenant au spectre visible, et cette lumière, qui n'a pas la longueur d'onde voulue, donne de mauvaises images venant masquer l'image principale formée par les rayons ultra-violets. Cette lumière n'intervient pas sur la plaque parce que son action est moins photogénique que celle de la lumière ultrà-violette; ce n'est que pour le viseur qu'il faut en tenir compte.

Ce chercheur, muni d'une plaque fluorescente sur laquelle se forme l'image ultrà-violette de la préparation, peut être considéré comme un œil artificiel; les images fournies par ce viseur sont loin d'être aussi fines que les photomicrographies. Le viseur sert exclusivement comme auxiliaire pour la mise en plaque; la véritable observation se fait sur l'image photographique.

Les opérations ne sont guère plus difficiles avec cette installation qu'avec une installation microphotographique ordinaire; les poses sont courtes, deux minutes par exemple pour un grossissement de 2,400 diamètres. A la lumière ultrà-violette, un grand nombre de préparations organiques fraîches ou fixées accusent des différences de transparence considérables et se comportent absolument comme des objets différemment colorés, quoiqu'en lumière blanche elles restent incolores; sur les organes vivants ou en service, la lumière ultrà-violette exerce une action physiologique souvent très prononcée.

Comme source de lumière, on se sert d'une série continue d'étincelles électriques jaillissant entre des électrodes de cadmium (ou quelquefois de magnésium). Le courant des étincelles est alimenté par une bouteille de Leyde qu'on charge le plus commodément au moyen d'une bobine d'induction fournissant des étincelles d'environ 10 centimètres; c'est la lumière émise par les vapeurs de cadmium $\lambda = 275$ ou de magnésium $\lambda = 280$, qui

est décomposée au moyen d'un appareil d'éclairage analogue à un spectroscope; les prismes et les lentilles sont en cristal de roche; les radiations utilisées sont espacées des autres par un diaphragme iris qui forme la pupille d'incidence d'un condensateur en cristal de roche. Celui-ci remplace le condensateur ordinaire en verre et projette un cône de lumière, de plus ou moins grande ouverture, sur la préparation.

1987. Appareils simplifiés. — H. Vogel et plus tard le Dr Fayel [1] ont indiqué depuis longtemps que l'on peut photographier à l'aide d'un microscope réglé pour la vision normale. L'image ainsi mise au point se forme à l'infini; les faisceaux lumineux émergents de l'oculaire sont formés de rayons parallèles, constituant des cylindres de très petit diamètre dont l'intersection par le plan de la plaque sensible (réglée pour un objet à l'infini) est sensiblement assimilable à un point. C'est le procédé qu'ont récemment recommandé MM. Belliéni et Thomas [2]. Ils disposent au-dessus d'un microscope réglé pour l'observation directe une jumelle photographique réglée sur l'infini; s'il ne s'agit pas d'objets dont la structure soit particulièrement délicate, ce qui est la généralité des cas, les images sont très satisfaisantes, et il est incontestable que ce procédé offre une très grande facilité d'application. Dans le procédé du Dr Fayel, on plaçait l'appareil photographique au-dessus du microscope mis au point et l'on faisait ensuite la mise au point pour la plaque sensible en modifiant la distance entre l'objectif photographique et cette plaque. Dans l'un comme dans l'autre cas, l'objectif employé doit être fort bien corrigé des aberrations sphériques et chromatiques.

1988. Appareils spéciaux. — Les deux types principaux d'appareils utilisés en micrographie sont les appareils horizontaux et les appareils verticaux. Les premiers permettent d'utiliser des chambres noires à très long tirage et offrent alors de grands avantages, surtout au point de vue de la stabilité, condition primordiale de toute reproduction micrographique. Les appareils verticaux sont d'un emploi généralement plus commode [3]; c'est en particulier le procédé vraiment pratique pour photographier les pièces anatomiques d'une certaine dimension [4] immergées dans l'eau ou dans d'autres liquides; dans ces conditions, le tirage du soufflet de la chambre noire est généralement assez faible.

M. Nachet a établi une chambre noire [5] de microphotographie pour plaques 18×24 et qui permet d'opérer le microscope étant disposé horizontalement ou verticalement; dans les deux cas, la chambre se meut horizontalement. La chambre noire est de format carré et permet de placer la plaque soit en largeur, soit en hauteur; elle se déplace sur un double chariot portant une règle divisée; un index correspondant au plan vertical de la glace dépolie permet de connaître la longueur du tirage et par conséquent d'évaluer la valeur du grossissement pour un objet déterminé.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1877, p. 10. — 2. *Ibid.* 1905, p. 174. — 3. *Photography*, n° 705, p. 346; *British Journal of Photography*, 1902, p. 957. — 4. *Journ. Appl. Mikr.*, V, p 1782, 1791. — 5. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 334.

La stabilité du microscope dépend de la forme du pied. Powel et Lealand ont adopté le support en forme de trépied très large, permettant un maniement facile des appareils de la sous-platine, aussi bien dans la position horizontale que dans la position verticale. Cette partie de l'appareil est souvent désignée sous le nom d'*English base*, par opposition à un autre type de base très employée et ressemblant plus ou moins à un fer à cheval; on désigne ce type sous le nom de *continental base*. La stabilité est peut-être moins grande dans ce type que dans le premier : en revanche il se place très facilement sur les tables portant les bancs optiques et peut être solidement fixé sur ces tables grâce à l'emploi d'étriers spéciaux. Lorsque le microscope est uniquement destiné à la photomicrographie et que l'on opère avec un appareil horizontal, il y a intérêt à employer le dispositif construit par Swift sur les indications de M. Pringle et qui rappelle celui adopté dans les petits instruments méridiens. Le tube optique est supporté par deux piliers en forme de V, ce qui donne à l'ensemble une grande stabilité, surtout si l'appareil est bien équilibré; Baker a été l'un des premiers à construire cet appareil (A, p. 340).

Le tirage des grandes chambres noires peut varier de 25 centimètres jusqu'à 2 mètres. Le soufflet de la chambre noire doit toujours être soutenu par un cadre en bois ou des supports qui annulent l'effort exercé par le poids du soufflet sur le cadre arrière portant la surface sensible.

Le modèle établi par Beck peut être placé verticalement ou horizontalement; le tirage est de 75 centimètres.

Dans les appareils verticaux le poids du soufflet peut amener l'obliquité du plan de la plaque sensible par rapport à l'axe de l'objectif auquel il doit rester perpendiculaire; cet inconvénient n'est pas à craindre avec l'appareil de van Heurck (A, p. 339), même dans le cas de forts grossissements. Pour les faibles grossissements on utilisera la petite chambre microphotographique toute en bois et à tirage fixe établie par Krauss. Cette chambre est légère, de faibles dimensions; elle est munie d'un verre dépoli au centre duquel est collé un couvre-objet portant une croix tracée au diamant; elle est montée sur un pied poli et nickelé qui lui assure une grande stabilité et permet de lui donner toutes les positions à l'aide d'un bras articulé; les châssis doubles sont établis pour deux épreuves; ils sont munis de plaques de 5×5 centimètres. Sous le nom de *Pocket-Photo-Micro Camera* Watson et Sons ont construit une chambre noire du même genre qui est assez légère pour être placée directement sur le tube à tirage du microscope; à l'intérieur de la chambre se trouve un obturateur à volet qui permet de faire l'exposition lorsque l'on a démasqué la plaque. Cet appareil est d'un emploi très commode; les plaques employées mesurent 54×41 millimètres; l'image obtenue est du format 46×34 millimètres Cet appareil s'installe très rapidement sur le microscope utilisé pour une observation courante et ne nécessite l'emploi d'aucun dispositif spécial; il en est de même de l'appareil construit par Swift : il comprend un cône en aluminium de 19 centimètres de hauteur, dont la grande base porte un adapteur destiné à recevoir les châssis à plaque et à verre dépoli. Le microscope étant placé verticalement, on fixe cette petite chambre noire au tube de tirage portant l'oculaire; elle est maintenue en place à l'aide d'un collier à vis de serrage.

Leitz construit, pour être utilisé avec les objectifs microscopiques et les instruments photographiques de distance focale assez courte (donnant des grossissements de 1 à 3 diamètres), un appareil vertical du format 13×18; on utilise fréquemment avec cet appareil un objectif de 64 millim. de distance focale qui donne des images très nettes d'objets de 50 millim. de côté. Un autre dispositif établi par ce constructeur permet d'utiliser pour la photomicrographie l'appareil de projection d'Edinger[1] par l'addition de la chambre photographique de Wieser.

Dans l'appareil imaginé par M. Moffat, la chambre d'une grande légèreté, est constitué par un cadre contenant les châssis auquel est fixé un tronc de cône en étoffe noire remplaçant le soufflet usuel. Le cadre porte-châssis est fixé à une tige constituée par une branche de pied photographique en aluminium; à ce pied est fixé par un collier le cadre portant les châssis; le tronc de pyramide en étoffe opaque est fixé au tube oculaire par un simple caoutchouc[2]. Cet appareil est d'un maniement très simple et d'un poids des plus minimes. Il en est de même de l'appareil de Gordon construit par Beck.

Les photomicrographies stéréoscopiques peuvent être obtenues par l'emploi des instruments spéciaux construits par Zeiss, ou bien simplement par l'emploi d'un diaphragme qui recouvre la moitié de la surface de l'objectif, comme l'a indiqué depuis longtemps Moitessier. M. W. P. Dollmann a signalé de nouveau les nombreux avantages que présente ce procédé qui permet d'effectuer le tirage de l'épreuve positive sans transposer les négatifs[3]. Il recommande pour l'emploi de ce procédé l'objectif à portraits de Dallmeyer de deux pouces de foyer (format médaillon) diaphragmé à *f*/5,6, l'unar de 112 millim. de foyer et l'anastigmat de Gœrz de 150 millim. de foyer, ces derniers diaphragmés à *f*/8. Quand on utilise un objectif non symétrique l'instrument doit être renversé dans sa monture (sauf dans les cas d'objets reproduits à dimensions égales). Comme le tirage de la chambre noire est extrêmement long, on ajoute à l'avant de l'appareil, entre l'objectif et le soufflet, un cône de papier opaque. Les objets de grande dimension sont éclairés à l'aide de condensateurs simples dont les distances focales varient de 108 à 216 millimètres; pour les petits objets on utilise un condensateur achromatique d'ouverture numérique égale à l'unité.

Leitz[4] a établi une chambre noire pour microstéréoscopie; par son emploi on peut obtenir les résultats que fournissent les appareils du même genre, et en particulier ceux que produit l'appareil de Duncan[5].

1989. Procédés opératoires. — En photomicrographie, on utilise presque toujours les plaques orthochromatiques et un écran coloré. La couleur que doit présenter l'écran est extrêmement importante: c'est en très grande partie de la couleur de cet écran que dépend la vigueur de l'image. M. Moffat[6] a indiqué un procédé très pratique pour déterminer la couleur que doit avoir l'écran avec une préparation de couleur donnée. On place sur la platine de microscope un cristal de chlorate de potasse ou de salycine

1. *Zeitschrift für wiss. Mikr.*, 1891, VIII, p. 179. — 2. *Journ. Micr. Soc.*, 1906, p. 99. — 3. *Ibid.*, 1906, pp. 257, 605. — 4. *Zeits. f. Instrumentenkunde*, 1904, vol. 24, p. 61. — 5. *Journ. R. Micr. Soc.*, n° 148, p. 366. — 6. *Ibid.*, avril 1906, p. 226.

et on l'examine en lumière polarisée; en faisant tourner le prisme on arrive à trouver la couleur identique à celle que présente la préparation à photographier; on tourne ensuite le prisme de 90°, la couleur complémentaire apparaît : c'est exactement la couleur que doit avoir l'écran coloré pour donner le maximum de vigueur à l'image, pourvu que l'on utilise les plaques orthochromatiques convenant à la couleur de la préparation. On prépare d'ailleurs très facilement un écran utilisable en microphotographie en débromurant une plaque au gélatino-bromure par immersion dans un bain d'hyposulfite. Quand le bromure d'argent a été dissous on lave la couche de gélatine pour éliminer l'hyposulfite, et on la teint à l'aide d'une solution aqueuse de matière colorante. Les préparations sont colorées d'après la technique adoptée en microscopie. Quand on opère avec de forts grossissements, K. Kruis recommande l'emploi des couleurs d'alizarine et les plaques Perorto comme donnant de bons résultats [1].

L'éclairage de la préparation constitue l'opération la plus délicate de la micrographie. Lorsque l'objet est bien éclairé, sa reproduction photographique est relativement facile. Les sources d'éclairage auxquelles on a recours sont : l'éclairage à l'aide d'une lampe à pétrole ou d'une lampe à acétylène, qui permettent la mise au point facile de la source lumineuse. Sous ce rapport les éclairages par incandescence (bec Auer et analogues) sont moins pratiques; l'éclairage oxhydrique, obtenu en projetant le dard du chalumeau sur une pastille de magnésie ou de zircone, donne une lumière remarquablement fixe, fixité que l'on n'obtient pas toujours par l'utilisation de l'arc électrique, employé d'ailleurs très souvent. Les sources d'éclairage sont placées à l'extrémité du banc optique portant les condensateurs, diaphragmes iris, cuves refroidissantes, écrans colorés, etc. L'intensité de la source lumineuse présente une grande importance sous le rapport de la durée de la pose et de la visibilité de certains détails. Toutes les fois que cela est possible, il convient d'utiliser la lumière solaire.

Lorsque l'on dispose d'une canalisation électrique, l'emploi de la lampe de Nernst est avantageux [2]. Leitz et plusieurs autres constructeurs ont établi des lampes électriques à l'usage de la microphotographie [3].

Quand on utilise la lumière solaire on peut la réfléchir sur le condensateur à l'aide d'un porte-lumière si la pose ne doit durer que quelques secondes; mais il est presque toujours indispensable d'employer un héliostat. L'un des plus répandus est celui de Prasmowski, construit par Nachet. Il existe d'aillours un grand nombre de modèles de ces appareils : celui de Gray [4], celui du Dr Stoney (de chez Watson) [5], quoique de construction un peu plus compliquée que celle du modèle de Prasmowski, sont cependant d'un emploi pratique.

La détermination du temps de pose présente une très réelle importance en photomicrographie : il est indispensable, lorsque l'on commence une série de travaux, de faire diverses poses sur des fractions d'une même plaque : on ne peut songer à faire des poses á échelles, étant donnée la difficulté de conserver la mise au point; il vaut mieux, pour ces poses

1. Eder, *Jarbuch für Photographie*, 1904, p. 15. — 2. *Ibid.*, 1906, p. 96. — 3. *Zeitschrift für Wissen. Mikr.*, XVIII, p. 412. — 4. *Deutscher Mekaniker Zeitung*, 1904, p. 104. — 5. *Journ. R. Micr. Soc.*, 1903, p. 92.

successives, utiliser les vis micrométriques de la platine et déplacer la préparation dans le sens convenable. On préserve, à l'aide d'un carton noir percé d'une ouverture, les portions de plaque qui ont été exposées et celles que l'on va exposer. Cet essai qui, au premier abord, paraît compliqué, permet d'économiser beaucoup de temps et de plaques; avec un peu d'habitude on choisit immédiatement la durée la plus convenable du temps de pose. La nature de la préparation, son épaisseur, sa couleur, la façon dont elle est montée, l'intensité de l'écran sont autant de facteurs qui interviennent et dont il est fort difficile de tenir compte, surtout lorsqu'on ne fait pas de microphotographie d'une façon continue.

L'emploi des plaques anti-halo est à recommander pour conserver à l'image ses parties les plus déliées. On peut vérifier l'importance qu'il y a à utiliser cet enduit en ocrant seulement la moitié d'une plaque : la partie ocrée présente un fond plus vigoureux et une image plus nette que celle de la partie correspondant à la surface qui n'a pas reçu d'enduit.

Si l'objectif employé est à grande ouverture, et qu'il s'agisse de reproduire des objets de structure très délicate, on utilisera un condensateur dont l'ouverture numérique sera comprise entre le tiers et les cinq huitièmes de celle du condensateur. Autant que possible le condensateur sera achromatique, ou même apochromatique. Bien que l'utilité de tels instruments soit encore contestée, nous n'hésitons pas à en recommander fortement l'emploi ; quelques essais exécutés avec soin démontreront la supériorité de ces accessoires utilisés en place des condensateurs achromatiques.

Dans bien des cas, lorsqu'il s'agit de photographier des objets de dimensions un peu grandes, on se sert, pour l'éclairage, d'objectifs photographiques de court foyer (entre 5 et 12 centimètres) ; ils doivent être bien corrigés de l'aberration sphérique suivant l'axe et de l'aberration chromatique; les meilleurs pour cet usage sont les objectifs à portraits du type Petzwal ; les aplanats sont d'un moins bon usage. Les nouveaux anastigmats de très grande ouverture $f/6$ à $f/4$ ne sont pas toujours assez bien corrigés de l'aberration sphérique pour être utilisés comme condensateurs. On interposera entre la source lumineuse et l'objectif photographique un diaphragme iris qui limitera le cône lumineux projeté sur la préparation : on fait à l'aide de l'objectif photographique la mise au point de la source lumineuse soit sur la préparation, soit sur la lentille frontale de l'objectif s'il s'agit de très faibles grossissements, puis à l'aide du diaphragme iris, on limite le faisceau éclairant jusqu'au moment où les bords de la plaque utilisée seraient obscurs ; on ne doit pas réduire l'ouverture du diaphragme au-dessous de cette limite, l'image diminuant de netteté quand le diaphragme est trop petit.

Le procédé indiqué par Maddox pour utiliser la lumière solaire permet de se passer d'héliostat ou de porte-lumière ; en avant du condensateur on dispose une tablette en porcelaine fine, dépolie et d'une grande blancheur ; au moyen d'une lentille de fort diamètre, on projette les rayons solaires sur cette surface blanche en donnant au cercle éclairé un diamètre de 3 à 4 centimètres, afin que le mouvement apparent du soleil n'occasionne pas d'inégalités d'éclairage, comme cela arriverait avec un disque lumineux plus réduit. Ce procédé d'éclairage indirect est d'un réglage très facile.

1990. Applications diverses. — L'étude des propriétés des métaux et des alliages utilise de plus en plus la photographie pour enregistrer la structure que présentent les surfaces des métaux polis ou après leur attaque par des réactifs divers. Il est peu d'applications qui aient pris un tel essor en aussi peu de temps et bien des usines métallurgiques ne sauraient se passer de l'essai photographique qui permet d'enregistrer d'une façon continue et durable les diverses phases de la fabrication. La photomicrographie permet, en effet, de dévoiler la structure des métaux[1]. Le matériel nécessaire pour polir et préparer les échantillons est simple[2] : les objectifs, même de pouvoir moyen, doivent être réglés par l'opticien pour l'observation *sans couvre-objet;* l'éclairage électrique, qui existe d'ailleurs dans toutes les usines, est de beaucoup le plus pratique ; les lampes utilisent un courant de 20-30 ampères à 45 volts. La stéréomicrographie des échantillons peut s'obtenir facilement avec cet éclairage.

La *métallographie* est constamment mise à contribution par l'ingénieur[3] et permet de préciser les descriptions les plus compliquées : l'étude de tous les métaux[4], de leurs alliages[5], celle du fer et celle des nombreux aciers[6] modernes ont intérêt à employer la photomicrographie.

L'analyse chimique exécutée à l'aide du microscope permet de reconnaître facilement certains mélanges : les préparations obtenues sont photographiées et les épreuves sont plus faciles à conserver que les préparations. La formation des cristaux, leur accroissement enregistrés par la photomicrographie peuvent servir d'objets d'étude[7].

Les sciences naturelles font un emploi de plus en plus fréquent de la photographie ; les procédés qui permettent de photographier en lumière ultra-violette[8] accroissent dans une très large mesure le champ d'investigation du microscope ; malheureusement le prix des appareils nécessaires est élevé, ce qui constitue souvent un obstacle à l'application de cet ingénieux procédé ; il en est de même pour la photographie des objets *ultra-microscopiques*[9] que l'on peut appliquer à l'étude des solutions et à celle de bactéries invisibles par l'emploi des microscopes les plus puissants utilisés avant la découverte, par Siedentopf et Zsigmondy, de cet ingénieux moyen d'investigation.

Le tirage des microphotographies peut être fait en couleur, soit par les procédés de la chromotypographie, soit plus simplement par les procédés de trichromie indiqués par MM. Lumière : c'est le meilleur moyen que l'on puisse employer pour projeter les photomicrographies d'objets observés en lumière polarisée, ou de préparations teintes : dans ces derniers cas, si l'image ne présente que deux teintes, le repérage est particulièrement facile. Les images d'une seule teinte sont imprimées par procédé au charbon ou mieux par hydrotypie.

1. *Nature*, 1904, p. 187. — 2. *British journal of Photography*, n° 2262. — 3. *Metallographist*, vol. V, pp. 257, 285. — 4. *Photography*, n° 720, p. 593 ; *Journal Appl. Micr.*, V, p. 1920. — 5. *Revue de métallurgie*, 1906, pp. 243, 432, 365 (résumé). — 6. *Journ. of the R. Micr. soc.*, n° 146, p. 1. — 7. *Revue des sciences photographiques*, août 1905, p. 136. — 8. *Zeits. f. wies. Mikr.*, t. XIX, p. 417 ; t. XXI, pp. 129 et 273. — 9. *Ann. der Physik*, 4e série, X, p. 1 ; *Journ. R. Micr. soc.*, 1903, 573 ; *Revue générale des sciences*, p. 1184.

§ 2. — Astronomie.

1991. Soleil. — Les observations photographiques tendent à se substituer de plus en plus aux observations astronomiques. En particulier, les photographies du soleil permettent de suivre les fluctuations de l'activité solaire; des statistiques annuelles très précises peuvent être établies grâce à la multiplicité des observatoires qui enregistrent régulièrement le nombre et la position des taches.

Cet enregistrement se fait par l'emploi du procédé au collodion humide si l'on a en vue, comme à Meudon, l'étude des granulations de la surface solaire. L'observatoire de Meudon imprime les plus belles de ces photographies par les procédés au charbon de façon à obtenir un atlas très utile pour ceux qui veulent étudier les théories solaires.

La spectrohéliographie a permis d'étudier, grâce aux appareils de M. Deslandres, les vitesses radiales des protubérances et l'épaisseur de la chromosphère au bord du soleil; un certain nombre de spectrohéliographes fonctionnent en Angleterre et aux Indes : ils ont déjà apporté des contributions précieuses à l'histoire du soleil.

L'observation des éclipses solaires a permis, par la photographie des spectres, de constater que la position des raies n'était pas altérée et que, par suite, il n'existait pas d'atmosphère gazeuze autour de la lune. Le rapport des diamètres apparents de la lune et du soleil peut être fourni avec une grande précision par la mesure des images obtenues dans les éclipses annulaires.

L'emploi des plaques orthochromatiques a permis d'apporter à la photographie solaire, comme à la photographie astronomique en général, un moyen d'investigation des plus précieux; la photographie solaire est celle qui est le plus à la portée des amateurs.

1992. Lune. — M. Saunder a constaté qu'il y avait un accord remarquable entre la mesure des positions relatives des différents points de la surface lunaire mesurées directement à la lunette et celles faites d'après les photographies obtenues à l'Observatoire de Paris.

M. Senouque a photographié les éclipses partielles de lune en utilisant des plaques portant une échelle photométrique; grâce à ce dispositif il est possible de faire sur le négatif des mesures photométriques de l'intensité des diverses régions de la lune partiellement éclipsées.

1993. Planètes. — Les diamètres des disques apparents des planètes sont faibles, et pour obtenir des images suffisamment grandes pour que le grain de la couche sensible permette l'agrandissement ultérieur, il faut utiliser des objectifs de long foyer, ou bien reprendre par un système amplificateur l'image formée au foyer de la lunette : mais alors, l'éclat de l'image agrandie étant faible, il faut prolonger la durée de pose, ce qui, en thèse générale, est mauvais, car les perturbations des couches d'air et la correction du mouvement d'horlogerie nuisent à la perfection de l'image. De telle sorte que, dans la pratique, il paraît plus avantageux d'utiliser un télescope de grande clarté et des plaques à grain aussi fin que possible : la

durée de la pose est alors relativement courte et les négatifs peuvent supporter de forts agrandissements sans que l'on perde rien des détails intéressants.

La durée de la rotation des satellites des planètes peut être entreprise utilement à l'aide de la photographie lorsqu'à la surface du disque on peut observer des points saillants, brillants ou obscurs. La photographie permet aussi de relever les positions et les variations d'éclat des satellites ; les mesures effectuées directement sur les positions du satellite de Neptune et sur les photographies donnent les mêmes résultats.

Les petites planètes peuvent être facilement mises en évidence par l'emploi de la photographie stéréoscopique (C, **1737**) : on utilise de préférence pour ce travail le stéréo-comparateur[1] Pülfrich construit par Zeiss. Cet appareil de mesure est basé sur les principes généraux de la stéréoscopie et permet d'aborder l'étude de nombreux problèmes tels que la détermination des étoiles sur la plaque photographique, la recherche des étoiles variables, des comètes, des planètes, la couleur, la clarté, le déplacement des étoiles, etc. M. Wolff, à Heidelberg, a découvert un grand nombre de petites planètes en utilisant la photographie, et a perfectionné le stéréo-comparateur.

1994. Comètes. — Pour la photographie des comètes, les résultats fournis par les lunettes sont inférieurs à ceux que l'on obtient en utilisant les télescopes réflecteurs ; les poses faites sur plaques étalonnées permettent les mesures de l'éclat actinique de la comète.

M. de la Baume-Plurinel a employé un prisme objectif pour photographier le spectre des comètes. Il a constaté que, pour obtenir de bonnes images photographiques de la comète Perrine-Borelly, il fallait faire usage d'objectifs achromatisés, de telle façon que les radiations λ 470 à $\lambda = 388$ concourrent au même foyer.

1995. Étoiles ; carte du ciel. — Il se produit des changements dans l'éclat et dans la position des étoiles ; c'est ce qui résulte des observations photographiques faites dans ces dernières années et M. Pickering a installé des appareils perfectionnés permettant d'obtenir des photographies de toutes les régions du ciel en moins d'un mois.

Les photographies stellaires ont permis de reconnaître un certain nombre d'étoiles variable ; l'observation photographique permettra de déterminer la durée des périodes.

La mesure des vitesses de déplacement des étoiles dans le sens du rayon visuel a permis de déterminer la vitesse de translation du système solaire dans l'espace et d'indiquer la région du ciel vers laquelle il se dirige ; cette vitesse de translation, d'après M. Campbell, serait de 19 kil. 9 à la seconde.

M. Wadsworth a perfectionné les spectroscopes oculaires et fait disparaître les inconvénients qui résultaient de ce que les rayons tombant obliquement sur les faces du prisme déterminaient de fortes aberrations. Dans les nouveaux instruments, les rayons tombant sur la ligne des prismes sont rendus parallèles grâce à l'emploi d'un collimateur négatif ; les instru-

1. *Zeitschrift fur Instrumentenkunde*, XXI, 1901, p. 249 ; *Astronomische Nachrichten*, 1901, n° 3749 ; 1903, n° 3899.

ments sont aussi lumineux que les prismes objectifs sans avoir les inconvénients de poids et de difficultés de construction que présentent ces derniers, ce qui est un obstacle à l'étude du spectre ultrà-violet; un assez grand nombre d'observateurs sont munis de spectroscopes oculaires construits d'après les plans de M. Wadsworth.

La mesure des négatifs obtenus pour la confection de la carte du ciel et la réduction de ces mesures constituent des opérations longues et délicates; ces réductions ne comportent pas toujours la précision très rigoureuse que l'on espérait. Le catalogue et la carte seront terminés dans quelques années.

1996. Nébuleuses. — L'emploi d'un réflecteur de 60 centimètres d'ouverture et 2m32 de foyer a permis à M. Ritchey d'obtenir de belles photographies de nébuleuses, en particulier de celles d'*Andromède* et du *Cygne*. L'amas d'*Hercule* a été nettement résolu en étoiles grâce à l'emploi d'un écran coloré en contact avec une plaque orthochromatique, l'image étant fournie par le réfracteur d'un mètre de l'observatoire Yerkes.

Le spectre de la nébuleuse d'*Orion* photographiée à l'observatoire de Lick et à l'observatoire de Postdam a montré que la nébuleuse s'éloigne de la terre avec une vitesse de 16 kilomètres par seconde d'après M. Wright; cette vitesse, d'après Vogel, serait de 16 kil. 8 par seconde, d'après les mesures effectuées sur les images des spectres photographiés.

§ 3. — Géodésie.

1997. Photogrammétrie. — La principale objection que l'on faisait à l'emploi de la photogrammétrie provenait de l'identification des deux points représentant, sous des aspects différents, le même point du terrain. Cette objection ne subsiste plus, car, mettant à profit les propriétés de la perspective centrale sur tableaux plans (c'est celle des photographies utilisées en photogrammétrie), le Dr G. Hanck est parvenu à donner un moyen simple de s'assurer de l'identité des points reconnus sur les deux vues, sans qu'il soit nécessaire de recourir à une troisième station de vérification comme on doit le faire par les méthodes ordinaires. On peut affirmer que partout où le terrain devient tout à fait difficile ou même inaccessible, partout où les intempéries s'opposent à un long séjour de l'opérateur, la méthode photographique sera préférable à toute autre et, dans certains cas même, la seule qui soit praticable.

Étant donné le plan exact d'un terain, des photographies quelconques du terrain permettront d'obtenir le nivellement de ce terrain. Pour cela, il faut identifier sur la photographie et sur le plan considéré *cinq points* bien reconnaissables et convenablement espacés. Les constructions géométriques permettent de déterminer avec précision : 1° la position de la station sur le plan ; 2° la distance focale de l'objectif employé. Quand on a déterminé ces deux inconnues, elles servent à opérer le nivellement par la méthode classique des hauteurs apparentes. La première solution géométrique de ce problème est due au professeur Steiner, de Prague; on a trouvé depuis une solution analytique conduisant au résultat avec beaucoup d'exactitude.

M. le colonel Laussedat[1] a indiqué un moyen permettant d'obtenir, à l'aide d'une seule vue prise d'une station élevée, le tracé des bords de la mer, d'un lac, de routes, etc. On effectue la transformation de la vue prise généralement sur un plan incliné à l'horizon à l'aide d'un système de deux chambres noires *sans objectif* convenablement ajustées l'une à l'extrémité de l'autre et dont le centre optique commun est la petite ouverture du sténopé. La première porte la diapositive de l'épreuve prise en ballon ou avec un cerf-volant, par exemple, et la seconde reçoit sur une nouvelle plaque sensible les rayons lumineux qui ont traversé cette image en perspective et qui opèrent la transformation avec leur rencontre sur la surface sensible.

Le photothéodolite construit par M. Mailhat pour M. le colonel Laussedat[2] comporte une lunette superposée à la chambre noire photographique et permettant de viser sur des objets situés dans des directions perpendiculaires à son axe optique, ce qui facilite l'orientation immédiate des plaques sensibles dans le plan parallèle à la ligne droite qui unit les deux stations. L'appareil peut aussi servir à exécuter des triangulations et à déterminer au besoin des latitudes et longitudes, positions géographiques que des opérateurs exercés obtiennent aisément au moyen d'opérations photographiques.

M. Thiele a appliqué la photogrammétrie à l'aide d'un système de sept chambres noires, l'une centrale ayant son axe optique vertical et les six autres dispersées en flèche sur les côtés d'un hexagone régulier, enlevées à l'aide d'un ballon ou d'un cerf-volant. La mobilité du ballon ou du cerf-volant n'a pas d'influence, car le courant électrique qui doit opérer le déclenchement simultané de sept obturateurs s'établit au moment précis où l'axe optique de la chambre noire centrale devient vertical[3].

1998. Stéréophotogrammétrie. — Dans le lever des plans, on peut utiliser soit la méthode des *intersections* (c'est la plus anciennement employée), soit la méthode des *parallaxes ;* dans cette dernière, la base qui sépare les stations d'où sont prises les vues est relativement beaucoup plus petite. Le Dr Pülfrich a imaginé un stéréo-comparateur construit par Zeiss et qui sert à bien des usages. Il permet d'examiner l'image d'abord stéréoscopiquement ; puis, après avoir changé le système optique, l'instrument sert à mesurer micrométriquement les déplacements des images des mêmes points du paysage sur les deux vues. Les mesures micrométriques des parallaxes permettent des points beaucoup plus éloignés, relativement à l'espacement des deux stations, que si l'on avait employé des méthodes purement graphiques. C'est ainsi que deux vues prises aux extrémités d'une base de 100 mètres ont permis d'établir avec une très grande précision les levers de contreforts qui se trouvent à 3,000 mètres de la base. On comprend comment à l'aide de deux épreuves stéréoscopiques, prises de deux stations assez éloignées, on peut établir un modèle en relief du terrain réduit dans le rapport de l'écartement des yeux à l'intervalle des deux stations. Ces modèles en relief, qui sont des modèles virtuels, peuvent ser-

1. *Comptes rendus*, 1903, p. 24. — 2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 434; Eder, *Jarbuch für Photographie*, 1904, p. 187. — 3. *Ibid.*, 1903, p. 131.

vir au lever des plans, soit en rendant le modèle saisissable dans l'espace, soit en mesurant micrométriquement le déplacement subi par l'image de chaque point considéré du paysage, en passant d'une épreuve à l'autre; c'est ce que l'on appelle la *parallaxe* du point. C'est la solution adoptée par M. Pülfrich et par M. Fourcade; ce dernier a ajouté au stéréo-comparateur un réseau gravé sur verre dont se servent les astronomes pour relever les positions des étoiles sur les négatifs de la Carte du ciel.

Cette seconde méthode ne saurait remplacer toujours la première, due au colonel Laussedat[1] et à laquelle on est souvent obligé de recourir, les deux méthodes se complétant l'une l'autre. Le principal avantage de la stéréophotogrammétrie consiste en ce que toutes les mesures sont effectuées sur une image d'étendue convenable dont on peut embrasser d'un seul coup d'œil l'ensemble et les détails mieux qu'en présence de la nature elle-même. Cette méthode a conduit à la construction du *stéréoplanigraphe*, du stéréoscope de Brewster modifié, du télestéréoscope, etc.

M. Paul Helbronner[2] utilise la *télestéréoscopie*. La méthode est celle du colonel Laussedat, à ceci près qu'on utilise un téléobjectif; pour les pays de montagne, la télestéréoscopie offre un aide précieux pour la vérification des points visés sur les crêtes se présentant perpendiculairement à leur direction générale, ou pour débrouiller des parties très éloignées de grands panoramas dans la détermination exacte de détails des différentes cimes.

Les meilleurs résultats sont obtenus en conservant les procédés usuels de photogrammétrie, en restreignant le nombre des stations et en prenant des vues stéréoscopiques aux points convenables; les levers de glaciers, d'architecture, etc., sont plus facilement obtenus par stéréogrammétrie que par tout autre procédé.

On commence aussi à appliquer une troisième méthode basée sur ce fait que le plan en relief virtuel fourni par les images stéréoscopiques est à une échelle parfaitement déterminée, qui est donnée par le rapport de l'intervalle des yeux humains à la grandeur de la base.

L'hydrographie tire partie de la nouvelle méthode photogrammétrique. Supposons aux deux extrémités d'un navire en vue d'une côte deux chambres noires identiques, avec suspension à la Cardan, analogue à celle des montres ordinaires, dont les axes optiques des objectifs sont parallèles et dont les obturateurs peuvent être déclenchés simultanément à l'aide d'un contact électrique. Il suffira de connaître la distance exactement mesurée des deux appareils et la distance focale commune de leurs objectifs pour en déduire le plan de la côte et le nivellement des parties accidentées qui y sont représentées. M. Le Méc a fait observer que l'on pourra souvent utiliser une chambre à main parce que l'horizon de la mer figure souvent dans les négatifs[3].

1999. Résultats obtenus. — La photogrammétrie est de pratique courante parmi les officiers et les hydrographes allemands, italiens, autrichiens; l'initiateur de cette méthode a été le colonel Laussedat. En France,

1. Voyez *Aide-Mémoire de photographie pour 1877*, p. 71; *Mémorial de l'officier du génie*, nos 17, 22. — 2. *Revue des sciences photographiques*, 1905, p. 545. — 3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1904, p. 376.

les services publics sont en général opposés à l'emploi de cette méthode que l'Allemagne, l'Autriche, l'Italie utilisent soit pour construire, soit pour rectifier leurs cartes, notamment dans les pays de hautes montagnes. Les ingénieurs russes en ont tiré grand parti dans les études des tracés de chemins de fer. En Amérique, en Australie, au Chili, en Afrique, etc., partout où la civilisation pénètre, la métrophotographie est employée avec succès[1].

2000. Application aux documents judiciaires. — M. Bertillon a fait établir un appareil spécial permettant d'obtenir les documents nécessaires aux instructions judiciaires, tels que plans, photographies de victimes, etc. La chambre noire qui le constitue permet d'obtenir avec un tirage fixe des images de 30 centimètres de côté: elle est supportée par un pied qui permet de placer l'axe de l'objectif à une hauteur invariable de 1m50 au-dessus du sol. La plaque sensible est à une distance fixe de 15 centimètres comptée à partir d'un point situé à l'intérieur de l'objectif et qui joue le rôle de centre de similitude; il représente le *point de vue* des perspectives ordinaires. Cette fixité du *point de vue* et l'invariabilité de la *distance* représentée ici par le tirage suffisent pour assurer aux images ainsi recueillies une réduction de perspective uniforme, et ces images sont toujours identiques au point de vue métrique; il devient donc possible de les encadrer latéralement d'échelles de réduction et de distances.

Ces deux échelles doubles sont imprimées à l'avance contre les filets latéraux des cartons destinés à servir de support aux épreuves positives. Ces échelles ne s'appliquent d'ailleurs qu'aux vues prises sur un sol horizontal, comme cela se présente dans les photographies d'intérieur. Pour assurer le collage de l'épreuve en position correcte sur le carton, deux encoches ménagées dans l'appareil marquent sur le négatif des repères déterminant la ligne d'horizon, même en cas de décentrement. Les deux échelles collées sur le carton indiquent, l'une la distance à l'appareil de tout objet reposant sur le sol situé en regard de la division considérée; l'autre indique le facteur par lequel doivent être multipliées les dimensions actuelles de l'image de cet objet pour obtenir les dimensions réelles dudit objet.

Cette mise en pratique des procédés photogrammétriques constitue une application des plus ingénieuses et des plus simples de principes connus. La difficulté principale à résoudre était la mise au point de l'image sans faire varier le tirage de la chambre noire : elle se fait par déplacement de la chambre noire par rapport au sujet principal. Le recul n'étant pas toujours possible, il a fallu établir une série de quatre objectifs de 135, 140, 145, 150 millimètres de distance focale, exempts de distorsion, donnant une netteté absolue sur toute l'étendue du champ et aussi lumineux que possible, de façon à réduire au minimum les dépenses de magnésium servant à éclairer les intérieurs. Toutes ces difficultés de construction ont été résolues par le très habile opticien Lacour : sa nouvelle trousse anastigmatique à tirage constant de 150 millimètres donne les quatre longueurs focales nécessaires par le simple changement de la lentille antérieure; les cinq lentilles qui composent la trousse sont fort bien corrigées des aberrations. L'angle de champ de chaque combinaison est de 115°. Le tirage étant cons-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1905, pp. 219, 271.

tamment de 150 millimètres, l'angle de champ sur la plaque 30 × 30 est de 109°; on peut donc, dans les cas extrêmes, décentrer. Les lentilles de cette trousse sont établies sur le principe des eurygraphes du même constructeur et avec la perfection qui a rendu justement célèbres les productions de cet ingénieux opticien, qui a créé des méthodes spéciales de mesure pour régler et vérifier photographiquement le tirage des appareils.

§ 4. — Applications diverses.

2001. Sciences naturelles. — Les applications de la photographie aux sciences naturelles peuvent être faites très souvent avec le matériel dont dispose l'amateur. La chambre noire doit être à long tirage : un très

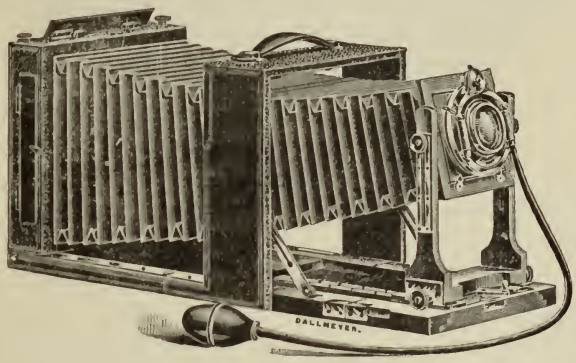

Fig. 147.

bon modèle est construit par M. Dallmeyer (*fig. 147*) et ce type de chambre à main est d'un emploi très pratique. Lorsqu'il est indispensable d'opérer très rapidement, l'utilisation de l'objectif à portraits et de l'obturateur de

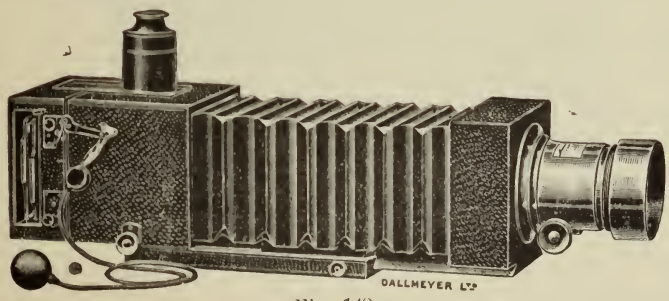

Fig. 148.

plaque permettront d'obtenir des détails qu'il serait impossible de photographier par tout autre moyen. M. Dallmeyer a construit pour cet objet une chambre à miroir pour l'étude des mouvements des animaux : l'obturateur de plaque peut être déclanché (*fig. 148*) au moment précis grâce à un

viseur qui permet de suivre le sujet et de le mettre exactement au point. M. Gillon a construit une chambre noire du même genre. Cette nécessité d'opérer rapidement exige que dans certaines recherches le remplacement

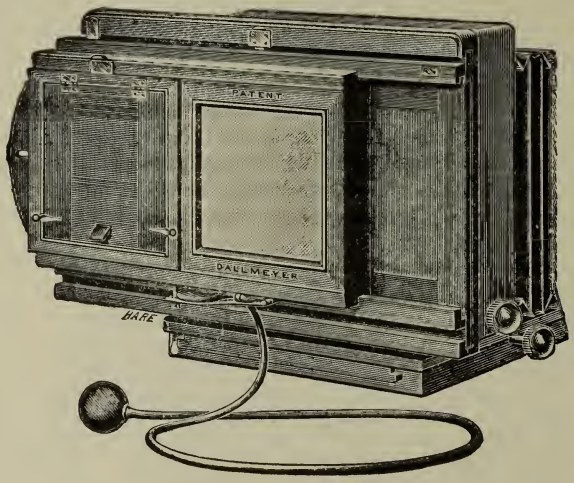

Fig. 149.

du verre dépoli par la plaque se fasse rapidement. Le dispositif adopté par M. Dallmeyer (*fig. 149*) est d'un emploi commode ; il peut s'appliquer aussi bien aux chambres d'atelier qu'aux chambres perfectionnées pour voyage du modèle Sanderson (*fig. 150*) établies par le même constructeur : l'avant

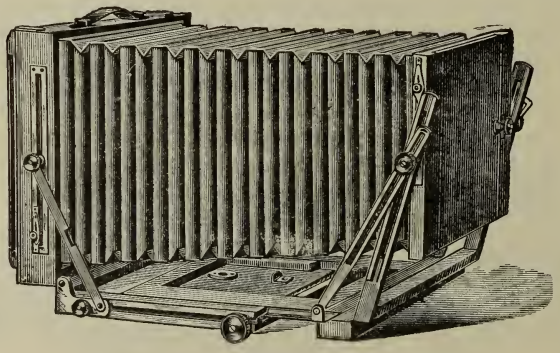

Fig. 150.

de ces chambres noires permet d'excentrer fortement l'objectif sans que le soufflet, très large, puisse faire ombre sur la plaque.

Lorsqu'il s'agit de recueillir des documents pendant un voyage d'exploration, on utilisera avec avantage les pellicules sur celluloïd, soit en rouleaux, soit en pellicules débitées au format de l'appareil. La maison Lumière livre

actuellement des pellicules ordinaires et des pellicules à surface orthochromatisée dont l'emploi est à l'abri de tout reproche : ces pellicules sont de qualité tout à fait comparable à celle des plaques fabriquées par cette maison.

Sous le nom de *Zeisspack*, la maison Zeiss livre des enveloppes pour une seule pellicule du format 9 × 12 permettant l'escamotage en plein jour ; le principe sur lequel est basé la construction de cet appareil est à peu près le même que celui qui présidait à la construction des châssis Clément pour

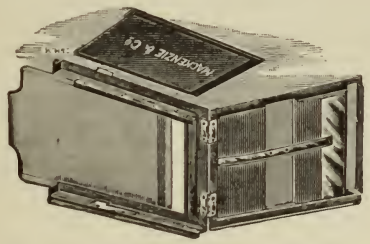

Fig. 151.

papier ciré. Au lieu de ce dispositif, on peut fort bien adopter les cadres du système Mackensie (*fig. 151*) construits par Dallmeyer. Ces cadres s'introduisent dans les châssis ordinaires du modèle ouvrant.

Les plaques employées seront le plus souvent des plaques orthochromatiques : c'est seulement dans le cas d'instantanés à grande vitesse qu'il y aura lieu d'utiliser les plaques extra-rapides que l'on ne peut rendre orthochromatiques ; à rapidité égale, on choisira la marque de plaque qui donne le grain le plus fin à l'image, de telle sorte que l'agrandissement soit possible.

Quand on doit obtenir des photographies d'objet à grandeur égale ou réduite, lorsqu'il s'agit de reproduire des documents ou des sujets dont le relief n'est pas bien accusé, on peut placer la chambre noire verticalement et l'objet à photographier sur une glace supportée par des vis calantes. L'appareil peut être muni d'un châssis-magasin et se mouvoir le long d'une règle munie d'une graduation donnant une mise au foyer très précise [1].

2002. Photographie à grande distance. — La photographie a été employée pour transmettre les dépêches et les enregistrer : l'appareil porte le nom de téléchirographe. Un dispositif électrique permet de transmettre à un petit miroir disposé sur le récepteur des oscillations semblables à celles que l'on fait subir à la pointe d'un crayon dont est muni l'appareil expéditeur. Un pinceau de lumière, émanant d'une lampe à incandescence et concentrée par un système de condensateur tombe sur ce petit miroir et s'y réfléchit. Il est recueilli sur un papier au bromure, et de ses oscillations, correspondant à celles du miroir, résulte, après le développement du papier, un tracé semblable à celui que l'on fait au moyen du crayon de l'appareil expéditeur.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1903, p. 367.

On peut aussi transmettre des illustrations par voie photographique. MM. Palmer et Mills ont construit un appareil dans lequel un cliché de similigravure est fixé sur le cylindre transmetteur : le cliché, après morsure, a été enduit de cire à cacheter qui garnit tous les creux de la morsure; on repolit la surface de la planche jusqu'à ce que les parties cire et les parties métal offrent une surface lisse et bien franchement découverte; la machine expéditrice est reliée à une machine similaire disposée au bureau récepteur. Le cylindre portant le simili est animé d'un mouvement de rotation, et une aiguille passe sur la plaque, décrivant un mouvement en spirale, ouvrant ou fermant le circuit électrique, suivant que, par son passage sur la partie zinc qui est un conducteur, ou sur la partie cire qui est un isolant le courant est établi ou interrompu. L'appareil récepteur est semblable à l'expéditeur : il en diffère en ce que le cliché zinc est remplacé par une feuille de papier et l'aiguille par une plume traçante.

M. Korn[1] a décrit un appareil expéditeur et un appareil récepteur permettant de transmettre des photographies à l'aide d'un fil télégraphique. L'appareil permet de reproduire au poste récepteur un négatif ou un positif placé sur l'appareil expéditeur ; le résultat est, au point de vue photographique, équivalent à la transmission télégraphique de la copie d'un dessin par les appareils Blackwell et Caselli.

2003. Applications à la météorologie. — M. Walter a construit un support rotatif destiné à la photographie des éclairs[2]. L'appareil est mû par un robuste mouvement d'horlogerie sur lequel on place, à frottement dur, l'appareil photographique. Ce dernier, entraîné avec une vitesse d'un tour en trente cinq secondes, ne peut balayer qu'une partie déterminée de l'horizon par suite de la présence d'un arrêt limitant sa course. Lorsque la chambre a exécuté une fraction de tour, il suffit de la ramener au sens opposé à son point de départ et de la lâcher pour permettre au mouvement d'horlogerie de l'entraîner de nouveau. Les photographies faites à l'aide de cet appareil ont permis de démontrer l'analogie qui existe entre l'étincelle atmosphérique et celle des bobines d'induction, toutes deux se frayent dans l'air, par saccades, un chemin de plus en plus long.

MM. Maillard et Reiss[3] ont construit un enregistreur de la lumière bleue qui permet d'obtenir des renseignements sur l'intensité du bleu céleste à de grandes altitudes; il permet aussi de relever dans les observations météorologiques la coloration bleue du ciel à une heure donnée, suivant diverses directions, à diverses heures de la journée, aux diverses saisons de l'année et, enfin, la comparaison de la coloration aux diverses latitudes.

2004. Photométrie. — M. Gutton a étudié l'intensité des impressions photographiques produites par de faibles éclairements : il a été souvent constaté qu'un éclairement par trop faible de la plaque photographique ne produit pas d'impression, même après un long temps de pose. Sur le néga-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1904, p. 419. — 2. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1903, p. 202. — 3. *The British Journal of Photography*, 24 juillet 1903.

tif, les contrastes sont exagérés dans les régions très peu éclairées et atténués dans les régions plus éclairées [1].

Le Dr Eder a fait une étude complète du noircissement des papiers au gélatino-bromure et au gélatino-chlorure d'argent sous l'influence du spectre solaire; il a montré l'influence des matières colorantes sur l'intensité du noircissement. Il a vérifié que, dans la pratique, l'intensité chimique de la lumière donnée par le bec Auer est, pour les plaques au gélatino-bromure, supérieure à son intensité optique, de telle sorte que son actinescence relative peut être exprimée par le nombre 2,36. L'influence de la source lumineuse est considérable, et de nombreux travaux ont été faits pour préciser ces valeurs aussi bien pour la lumière artificielle que pour la lumière directe du soleil et celle du jour [2].

L'actinescence de la lumière ultrà-violette a fait l'objet de travaux de Pflüger [3]. Les lumières artificielles ont donné lieu à de nombreuses recherches de la part de A. Rudolph pour la lampe à l'acétate d'amyle [4], et de Monpillard pour la lampe à l'acétylène de Féry à laquelle il a apporté certaines modifications [5].

2005. Applications à la chimie. — M. G. Gaillard a appliqué la photographie à l'enregistrement de l'apparition de quelques précipités dans certaines réactions chimiques. Ce procédé permet un enregistrement simultané de plusieurs réactions pour faire, à titre de vérification, des études comparatives. Les tubes dans lesquels on effectue ces réactions sont placés devant une chambre obscure constituée par une caisse noircie intérieurement et formant fond noir. Les résultats obtenus peuvent être traduits sous forme de courbe. On a essayé d'appliquer ce procédé au dosage de certains corps; il pourrait aussi être appliqué à l'enregistrement du nombre des particules ultrà-microscopiques dans un volume donné, d'après la méthode d'observation de Siedentopf et Zsigmondy.

2006. Chronophotographie. — L'étincelle électrique permet d'obtenir de merveilleux résultats dans la photographie d'objets animés d'un mouvement très rapide comme le sont les projectiles des armes à feu. L'action lumineuse de l'étincelle électrique ne doit pas dépasser un millionième de seconde, car les projectiles des armes à feu modernes de petit calibre progressent durant cet instant de $0^{mm}75$. Le professeur Mach utilise depuis longtemps pour ces photographies l'étincelle produite par la décharge de la lentille de Leyde. Le Dr W. Schwinning est arrivé à produire des épreuves du même genre mais en séries; en l'espace de un millionième de seconde il parvient à obtenir six photographies successives. Cette méthode a été appliquée en vue d'étudier l'effet des balles de petit calibre dans le corps humain et de fournir ainsi à la chirurgie militaire des indications pratiques et tous les éléments utiles dont on peut disposer dans l'état actuel de la science [7].

1. *Comptes rendus*, 27 février 1905. — 2. *Jarbuch fur Photographie*, 1903, pp. 300, 455; 1904, pp. 395, 403. — 3. *Ibid.*, 1905, p. 17. — 4. *Chem. Centralblat*, 1905, p. 1119. — 5. *Bulletin de la Soc. franç. de photographie*, 1905. p. 144. — 6. *Ibid.*, 1904, p. 257. — 7. *Zeitschrift fur Wissenchaffliche Photographie*, novembre 1904.

Il est très important de connaître le rayon de giration des embarcations à vapeur : on utilise pour cela deux procédés photographiques. L'opérateur peut se placer en dehors du bâtiment qui évolue, ou bien on opère sur ce bâtiment, en prenant un grand nombre de points terrestres en vue, pour placer les positions successives du bâtiment et exécuter le tracé des courbes de giration à grande échelle.

En utilisant les appareils à objectifs multiples, on peut réaliser l'analyse de phénomènes de très courte durée, alors que tous les autres appareils de chronophotographie sont impuissants. A l'aide d'un nouvel appareil expéditeur à grande vitesse, on peut opérer à la cadence de cent épreuves à la seconde, et il est possible d'aller plus loin encore : c'est ainsi que l'on peut obtenir une série d'épreuves de sujets éclairés par l'éclair magnésique, comme l'a fait M. Londe[1].

M. Gaumont[2] a réalisé le synchronisme du phonographe et du cinématographe en attelant au phonographe une dynamo réglée sur la vitesse de l'appareil : la dynamo réceptrice du cinématographe est réunie avec un distributeur de courant monté sur un des arbres du phonographe. L'un et l'autre, partant en même temps et marchant toujours rigoureusement à la même vitesse, fournissent un synchronisme parfait.

M. Cervenka a construit un gramophone qui porte, au lieu de la plaque d'enregistrement ordinaire, une plaque sèche photographique protégée contre la lumière ambiante : à la membrane, au lieu d'un stylet est fixé un miroir qui donne un pinceau très délié tombant sur une pellicule; il obtient ainsi un négatif qui, imprtmé sur cuivre, donne une planche que l'on fait mordre à l'acide et qui permet d'imprimer des plaques de grammophone.

BIBLIOGRAPHIE.

Allen (C.-W.). *Radiotherapy und Phototherapy.*

Bagshaw (W). *Elementary Photo-Micrography.*

Baly (E. C. C.). *Spectroscopy.*

Donath (Dr B.). *Die Einrichtungen zur Erzeugung der Rœntgenstrahlen.*

Donnadieu (A.-L.). *La photographie des objets immergés.*

Douglas (E.) *Photography for Naturalists.*

Duncan (M.). *First Steps in Photo-Micrography.*

Eder (S.) et Valenta. *Beitrage zur Photochemie und Spektralanalyse.*

Freund (Dr L.). *Gründiss der gesamten Radiotherapie fur praktische Aerzte.*

Goldbebg (E.). *Beiträge zur Kinetik photochemischer Reaktionen.*

Holzknecht (Dr G.). *Ueber die Erzeugung von Nachfarben durch Rœntgenstrahlen.*

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1902, p. 346. — 2. *Ibid.*, p. 550.

Hübl (F.-A. von). *Die Stereophotogrammetrische Terrainaufnahme.*
Kaiser (W.). *Die Technik des modernen Mikroskopes.*
Kayser (Prof. H.). *Handbuch der Spektroskopie.*
Kitchey. *Astronomical Photography.*
Kostersitz (Dr Karl). *Ueber Bergobservatorien.*
Laussedat (A.) *Recherches sur les instruments, les dessins et les méthodes topographiques.*
Loison (E.). *Les rayons de Rœntgen.*
Marskhowetz. *Die Chronophotographie.*
Mathet (L.) *Traité de chimie photographique.*
Meydenbauer (A.) *Das Denkmäler Archiv.*
Namias (R). *Chimie photographique.*
Pringle (A). *Practical Photo-Micrography.*
Prinz (W). *Etude de la forme et de la structure de l'éclair par la photographie.*
Reiss (Dr) *La photographie judiciaire.*
Ruzicka (Dr S.). *Studien zur relativen Photometrie.*
Scheffler (Dr W). *Das Mikroskop, seine Optitk, Geschichte und Anwendung.*
Schell (Prof. Dr A.). *Die Stereophotogrammetrische Bestimmung der Lage eines Punktes in Raume.*
Stolze (Dr F.). *Chemie fur Photographen.*
Wall (E.-J.). *The Dictionnary of Photography.*
Wolff (Max.). *Die Photographie des Sternhimmels.*
Wood (R. V.). *On Screens Transparent only to Ultraviolett light.*
Zeiss (C.) *Mikroskope und mikroskopische Hilfsapparate.*

TABLE MÉTHODIQUE DES MATIÈRES

DU SUPPLÉMENT D

CHAPITRE PREMIER.

LES OBJECTIFS; PROPRIÉTÉS; QUALITÉS.

§ 1. — *Les lentilles.*

1761. Propriétés des lentilles, p. 7. — **1762**. Profondeur de champ, p. 9. — **1763**. Définition angulaire de l'image, p. 11. — **1764**. Transparence des objectifs; clarté, p. 12. — **1765**. Achromatisme et apochromatisme, p. 15. — **1766**. Objectifs à diffusion de foyer; anachromatisme, p. 16.

§ 2. — *Essai optique des objectifs.*

1767. Méthode de M. Clay, p. 17. — **1768**. Appareil de M. Conrad Beck, p. 22. — **1769**. Appareil de Hartmann, p. 23. — **1770**. Détermination de l'ouverture utile, p. 27.

§ 3. — *Essai photographique des objectifs.*

1771. Nature des plaques employées à l'essai, p. 28. — **1772**. Coefficient de transmission, p. 28.

§ 4. — *Montures; diaphragmes.*

1773. Parasoleil, p. 30. — **1774**. Numérotage des diaphragmes, p. 31. — **1775**. Diaphragmographe, p. 33.

CHAPITRE II.

CHOIX DES OBJECTIFS.

§ 1. — *Influence de la distance focale principale.*

1776. Perspective donnée par l'objectif, p. 34. — **1776** *bis*. Le vérant de Zeiss, p. 35.

§ 2. — *Influence des aberrations.*

1777. Aberration chromatique, p. 38. — **1778**. Objectifs anachromatiques, p. 38.

CHAPITRE III.

DESCRIPTION DES OBJECTIFS PHOTOGRAPHIQUES.

§ 1. — *Objectifs de diamètre plus grand que f/3,16.*

1779. La clarté base de classification, p. 40. — **1780**. Objectifs d'ouverture voisine de l'unité, p. 41.

§ 2. — *Objectifs d'ouverture utile comprise entre f/3,1 et f/6,3.*

1781. Objectifs de diamètre supérieur à *f*/5, p. 42. — **1782**. Objectifs à quatre surfaces réfléchissantes, p. 43. — **1783**. Objectifs à six surfaces réfléchissantes, p. 44. —

1783 *bis*. Objectifs d'ouverture comprise entre $f/5$ et $f/5{,}5$, p. 54. — **1784**. Objectifs à huit surfaces réfléchissantes, p. 46. — **1784** *bis*. Objectifs à quatre surfaces, p. 55. — **1785**. Objectifs à six surfaces, p. 57. — **1786**. Objectifs à huit surfaces, p. 58. — **1787**. Objectifs de diamètre supérieur à $f/6{,}3$; objectifs à quatre surfaces, p. 62. — **1788**. Objectifs à six surfaces réfléchissantes, p. 65. — **1789**. Objectifs à huit surfaces, p. 67.

§ 3. — *Objectifs de diamètre compris entre $f/6{,}3$ et $f/10$.*

1790. Objectifs de diamètre supérieur à $f/7$, p. 72. — **1791**. Modification des anciens objectifs, p. 80. — **1792**. Objectifs de diamètre supérieur à $f/8{,}6$, p. 81. — **1793**. Objectifs divers, p. 86.

§ 4. — *Objectifs de diamètre compris entre $f/10$ et $f/14$.*

1794. Objectifs à paysage, p. 89. — **1795**. Objectifs à quatre surfaces réfléchissantes, p. 92.

§ 5. — *Objectifs de diamètre inférieur à $f/14$.*

1796. Anastigmats grands angulaires, p. 94.

§ 6. — *Objectifs apochromatiques.*

1797. Objectifs d'ouverture supérieure à $f/10$, p. 95. — **1798**. Apochromatiques divers, p. 99.

§ 7. — *Objectifs anachromatiques.*

1799. Emploi des verres simples, p. 101. — **1800**. Objectifs anachromatiques, p. 102. **1801**. Téléanachromatiques, p. 103. — **1802**. Semi-anachromatiques, p. 105.

§ 8. — *Téléobjectifs.*

1803 Divers systèmes de téléobjectifs, p. 106. — **1804**. Clarté des téléobjectifs, p. 107. — **1805**. Téléphot, p. 108. — **1806**. Téléobjectifs à deux combinaisons, p. 109. — **1807**. Téléobjectifs à trois combinaisons, p. 117. — **1808**. Divers, p. 120.

CHAPITRE IV.

OBTURATEURS; ÉCRANS COLORÉS.

§ 1. — *Obturateurs.*

1809. Mesure de la vitesse des obturateurs, p. 121. — **1810**. Obturateurs d'objectifs, p. 122. — **1811**. Obturateurs de plaque, p. 123. — **1812**. Déclenchement des obturateurs, p. 124.

§ 2. — *Écrans colorés.*

1813. Rôle des écrans colorés, p. 125. — **1814**. Les divers écrans, p. 127. — **1815**. Position de l'écran, p. 129. — **1816**. Matières colorantes employées, p. 130. — **1817**. Préparation des écrans, p. 131. — **1818**. Proportion de matière colorante par unité de surface, p. 134. — **1819**. Écrans pour procédés trichromes, p. 136. — **1820**. Formules diverses, p. 138.

§ 3. — *Prismes; miroirs.*

1821. Emploi du prisme, p. 139. — **1822**. Emploi du miroir, p. 140.

CHAPITRE V.

CHAMBRES NOIRES ET ACCESSOIRES.

§ 1. — *Chambres sur pied.*

1823. Chambres et pieds d'atelier, p. 142. — **1824**. Chambres de voyage, p. 143.

§ 2. — *Chambres à main.*

1825. Appareils de forme rigide, p. 148. — **1826.** Appareils pliants, p. 150.

§ 3. — *Chambres stéréoscopiques.*

1827. Appareils de forme rigide, p. 161. — **1828.** Appareils pliants, p. 166. — **1829** Appareils à pellicules, p. 177.

§ 4. — *Accessoires divers.*

1830. Appareils panoramiques, p. 173. — **1831.** Châssis négatifs, p. 174. — **1832.** Échelle à plate-forme et pieds, p. 175. — **1833.** Viseurs, iconomètres, p. 178. — **1834.** Photomètres, p. 178. — **1835.** Appareils redresseurs, p. 180. — **1836.** Éclairage du laboratoire, p. 181. — **1837.** Sensibilité des plaques, p. 183. — **1839.** Cuvettes, p. 185. — **1840.** Châssis-presse, p. 186. — **1841.** Éclairage artificiel, p. 187. — **1842.** Montage des épreuves, p. 189.

Bibliographie, p. 190.

LIVRE II.

PHOTOTYPES NÉGATIFS.

CHAPITRE PREMIER.

PROCÉDÉS AU COLLODION.

§ 1. — *Collodion et bain d'argent.*

1843. Préparation du collodion, p. 191. — **1844.** Procédés opératoires, p. 192.

§ 2. — *Émulsions au collodion.*

1845. Influence des chlorures et des bromures, p. 192. — **1846.** Préparation de l'émulsion, p. 193. — **1847.** Précipitation et lavage de l'émulsion, p. 195. — **1848.** Préparation de l'émulsion orthochromatique, p. 195. — **1849.** Développement, p. 198. — **1850.** Fixage, p. 199. — **1851.** Mesure de la sensibilité des plaques, p. 200.

CHAPITRE II.

PROCÉDÉ AU GÉLATINO-BROMURE.

§ 1. — *Préparation des plaques.*

1852. Fabrication et emballage des plaques, p. 201. — **1853.** Préparation des plaques, p. 202. — **1854.** Plaques antihalo, p. 203. — **1855.** Plaques orthochromatiques, p. 206. — **1856.** Plaques panchromatiques, p. 210. — **1857.** Plaques auto-développatrices, p. 212.

§ 2. — *Révélateurs.*

1858. Propriétés des révélateurs, p. 212. — **1859.** Emploi du sulfite de soude, p. 215. **1860.** Pratique du développement, p. 217. — **1861.** Révélateur à l'amidol, p. 217. — **1862.** Révélateur à l'édinol, p. 220. — **1863.** Révélateur à l'hydroquinone, p. 221. — **1864.** Révélateur à la métoquinone, p. 222. — **1865.** Révélateur à l'acide pyrogallique, p. 224. — **1866.** Révélateurs divers, p. 225. — **1867.** Développement en pleine lumière, p. 226. — **1868.** Développement physique des plaques, p. 229.

§ 3. — *Fixage, alunage.*

1869. Fixage du négatif, p. 229. — **1870.** Élimination de l'hyposulfite, p. 231. — **1871.** Voile des plaques, p. 239. — **1872.** Altération de la couche de gélatine, p. 234.

§ 4. — *Renforçateurs; affaiblisseurs.*

1873. Renforçateurs à l'argent, p. 234. — **1874**. Renforçateurs au mercure, p. 235. — **1875**. Renforçateurs au plomb, p. 236. — **1876**. Affaiblisseurs, p. 236.

CHAPITRE III.

RETOUCHE, CONTRETYPES, PROCÉDÉS DIVERS.

§ 1. — *Retouche.*

1877. Achèvement du négatif, p. 239. — **1878**. Retouche, p. 239. — **1879**. Auto-retouche, p. 242.

§ 2. — *Contretypes.*

1880. Contretypes par l'emploi de la chambre noire, p. 243. — **1881**. Contretypes par contact, p. 244.

§ 3. — *Procédés divers.*

1882. Pelliculage des négatifs, p. 245. — **1883**. Reproduction des objets d'art, p. 246. — **1884**. Photographie des nuages, p. 246. — **1885**. Photographie des paysages, p. 247

Bibliographie, p. 249.

LIVRE III.

PHOTOGRAMMES (PHOTOCOPIES).

CHAPITRE PREMIER.

PHOTOGRAMMES AUX SELS D'ARGENT.

§ 1. — *Photogrammes à images apparentes.*

1886. Préparation des papiers, p. 252. — **1887**. Papier salé, p. 253. — **1888**. Papiers de grande sensibilité, p. 253. — **1889**. Positifs surexposés au châssis-presse, développement local, p. 255. — **1890**. Bains continuateurs, p. 255. — **1891**. Virage, p. 257. — **1892**. Fixage, p. 260. — **1893**. Virage-fixage, p. 261. — **1894**. Lavage des épreuves, p. 263. — **1895**. Altération des images, p. 263. — **1896**. Tirage des positives en positives, p. 264. — **1897**. Retouche, p. 264.

§ 2. — *Photogrammes par développement.*

1898. Préparation du papier, p. 265. — **1899**. Machines à imprimer, p. 266. — **1900**. Développement, p. 266. — **1901**. Virage, p. 269. — **1902**. Affaiblisseurs, p. 271. — **1903**. Retouches chimiques, p. 271. — **1904**. Impressions pigmentaires, p. 272.

§ 3. — *Photogrammes sur verre.*

1905. Préparation des plaques, p. 273. — **1906**. Développement, p. 275. — **1907**. Renforcement, p. 276. — **1908**. Virages, p. 277. — **1909**. Affaiblisseurs, p. 278. — **1910**. Nuages et couleurs pour diapositives, p. 278.

CHAPITRE II.

PHOTOGRAMMES OBTENUS PAR L'EMPLOI DE DIVERS SELS.

§ 1. — *Photogrammes aux sels de platine.*

1911. Préparation du papier, p. 278. — **1912**. Développement, p. 280. — **1913**. Renforcement, p. 280. — **1914**. Platine-gomme, p. 281.

§ 2. — *Photocopies et photocalques aux sels de fer.*

1915, Papiers aux sels de fer, p. 281. — **1916**. Papiers aux sels de fer et d'argent, p. 282.

§ 3. — *Photogrammes aux sels de chrome.*

1917. Action des sels de chrome sur la gélatine, p. 284. — **1918**. Sensibilisation du papier au charbon. p. 285. — **1919**. Dépouillement, p. 287. — **1920**. Pellicules à simple transfert, p. 287. — **1921**. Papiers du commerce, p. 287. — **1922**. Procédé à la gomme bichromatée, p. 289. — **1923**. Modifications diverses, p. 297. — **1924**. Procédé ozotype, p. 299. — **1925**. Impressions successives, p. 300. — **1826**. Papier au chromate de cuivre, p. 301.

§ 4. — *Procédés divers.*

1927. Catatypie, p. 302. — **1928**. Emploi des dérivés de l'acide amidosalicylique, p. 303. — **1929**. Fusain photographique, p. 303. — **1930**. Photographies en relief, p. 303. — **1931**. Montage des épreuves, p. 305. — **1932**. Encadrements, p. 308.

CHAPITRE III.

IMPRESSIONS PHOTOMÉCANIQUES.

§ 1. — *Photocollographie.*

1933. Couche préparatoire, p. 310. — **1934**. Préparation de la surface imprimante, p. 311. — **1935**. Mouillage de la planche, p. 311. — **1936**. Encrage, p. 312. — **1937**. Matières colorantes, p. 313.

§ 2. — *Photolithographie.*

1938. Orthotypie, p. 314.

§ 3. — *Phototypographie.*

1939. Épreuves pour simili-gravure, p. 314. — **1940**. Emploi des trames, p. 315. — **1941**. Négatifs pour simili-gravure, p. 316. — **1942**. Choix du métal, p. 317. — **1943**. Procédé émail, p. 318. — **1944**. Morsure, p. 320 — **1945**. Emploi de l'asphalte, p. 321. — **1946**. Mise en train des clichés, p. 321. — **1947**. Procédés divers, p. 322.

§ 4. — *Photoglyptographie.*

1948. Procédé à l'asphalte, p. 323.

§ 5. — *Photochromographie par procédés mécaniques.*

1949. Production des négatifs, p. 323. — **1950**. Impression en quatre couleurs, p. 304,

LIVRE IV.

PROCÉDÉS DIVERS.

CHAPITRE PREMIER.

AGRANDISSEMENTS, PROJECTIONS.

§ 1. — *Matériel pour agrandissements.*

1951. Agrandissements à la lumière solaire, p. 329. — **1952**. Agrandissements à la lumière du jour, p. 330. — **1953**. Agrandissement à la lumière artificielle, p. 330.

§ 2. — *Procédés opératoires.*

1954. Emploi du papier au gélatino-bromure, p. 333. — **1955**. Retouche des agrandissements, p. 334.

§ 3. — *Projections.*

1956. Diapositives, p. 335. — **1957**. Appareils de projections, p. 335. — **1958**. Écrans pour projections, p. 339. — **1959**. Projections en couleurs, p. 339. — **1960**. Projections cinématographiques, p. 339. — **1961**. Projections stéréoscopiques, p. 340.

CHAPITRE II.

STÉRÉOSCOPIE.

§ 1. — *Matériel.*

1962. Chambres stéréoscopiques, p. 345. — **1963**. Stéréoscopie des objets rapprochés, p. 346.

§ 2. — *Tirage des épreuves stéréoscopiques.*

1964. Châssis transposeur, p. 347. — **1965**. Procédés opératoires, p, 348. — **1966**. Montage des épreuves stéréoscopiques, p. 349.

§ 3. — *Stéréoscopes; divers.*

1967. Stéréoscopes par réfraction, p. 350. — **1968**. Stéréoscopes à miroir, p. 352. — — **1969**. Épreuves en relief sans stéréoscope, p. 352. — **1770**. Stéréo-photo-chromographe, p. 354.

CHAPITRE III.

PHOTOGRAPHIE EN COULEURS.

§ 1. — *Procédés indirects.*

1971. Emploi des écrans colorés, p. 354. — **1972**. Appareils pour la photographie trichrome, p. 355. — **1973**. Procédé par teinture, p. 356. — **1974**. Procédé L. Vidal, p. 358. — **1975**. Procédé du Dr Miethe, p. 359. — **1976**. Pinatypie, p. 360. — **1977**. Procédé du Dr Kœnig, p. 362.

§ 2. — *Photochromographie interférentielle.*

1978. Procédé Lippmann, p. 364.

§ 3. — *Procédés divers.*

1979. Plaques autochromes, p. 365. — **1980**. Emploi du sous-chlorure d'argent, p. 367. Bibliographie, p. 367.

LIVRE V.

APPLICATIONS SCIENTIFIQUES.

§ 1. — *Microphotographie.*

1981. Appareils, p. 369. — **1982**. Montures, p. 370. — **1983**. Objectifs et oculaires, p. 374. — **1984**. Bancs optiques; p. 376. — **1985**. Photomicrographie stéréoscopique, p. 377. — **1986**. Photographie en lumière ultra-violette, p. 377. — **1987**. Appareils simplifiés, p. 379. — **1988**. Appareils spéciaux, p. 379. — **1989**. Procédés opératoires, p. 381. — **1990**. Applications diverses, p. 384.

§ 2. — *Astronomie.*

1991. Soleil, p. 385. — **1992**. Lune, p. 385. — **1993**. Planètes, p. 385. — **1994**. Comètes, p. 386. — **1995**. Étoiles; carte du ciel, p. 386. — **1996**. Nébuleuses, p. 387.

§ 3. — *Géodésie.*

1997. Photogrammétrie, p. 387. — **1998**. Stéréophotogrammétrie, p. 388. — **1999**. Résultats obtenus, p. 389. — **2000**. Applications aux documents judiciaires, p. 390.

§ 4. — *Applications diverses.*

2001. Sciences naturelles, p. 391. — **2002**. Photographie à grande distance, p. 393. — **2003**. Applications à la météorologie, p. 394. — **2004**. Photométrie, p. 394. — **2005**. Applications à la chimie, p. 395. — **2006**. Chronophotographie, p. 395. Bibliographie, p. 396.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE SUPPLÉMENT D

Aberrations : sphérique, chromatique, 7, 19, 22 ; leur influence, 38.
Absorption, 13.
Achromatisme, 15.
Adurol, 268.
Affaiblisseurs, 236 ; persulfate d'ammoniaque, 237 ; pinakolsalz, 237 ; cobaltamines, 238 ; Farmer, 238 ; bichromate, permanganate, 239 ; pour papiers, 271 ; pour diapositives, 278.
Agrandissements, 329 ; lumière artificielle, 330 ; retouche, 334.
Alunage, 334.
Amidol, 217 ; salifié, 219 ; amidosalicylique, 303.
Anachromatique, 16, 39.
Anastigmats, *voir* Objectifs.
Antihalo, 203.
Apochromatiques, 1, 15.
Appareils de projection, 336 ; d'agrandissement, 329 ; panoramiques, 173 ; de micrographie, 369.
Appréciateur Elgé, 179.
Asphalte, 321, 323.
Astigmatisme, 8, 21.
Astrophotographie, 385.
Auréoles, *voir* Halo.
Autochromes, 365.
Autodéveloppatrices, plaques, 211.
Auto-retouche, 242.

Bancs optiques, 23, 24, 376.
Bivérant, 37.
Boites, 201.

Cadres, 307, 308.
Carte du ciel, 386.
Catatypie, 302.
Cercle de diffusion, 10.
Chambres noires : d'atelier, 143, 392 ; à platcforme, 175.
— à main, Dallmeyer, 146, 391 ; rigide, 148 ; phototicket, 149 ; Pocket-focal, 149 ; physiopocket, 150 ; takyr, 151 ; minimum Palmos, 152 ; Hippographes, 153 ; complète-pliante, 153 ; Goerz Anschütz, 155 ; Clack, 155 ; à ciseaux, 156 ; Nettel, 157 ; Cewes, 158 ; Kœmma, 159 ; Kibitz, 159 ; Roga, 160 ; Diplid, 160 ; à miroir, 161, 391 ; Sanderson, 392.
— à magasin : orthojumelle Duplex, 160.
— de voyage, 143 ; impérial, 145 ; Sanderson, 146 ; folder, quadra, 147 ; Congrès, 148.
— stéréoscopiques : stéréomultiple, 153, 169 ; Goerz-Anschutz, 168 ; glyphoscope, 161 ; alélhoscope, 161 ; Capsa, 163 ; caleb, 164, 167 ; polyscope, 164 ; francia, 165 ; stéréoblock-notes, 165, 166 ; stéréocycle, 165 ; six-treize, 166 ; stéréospido, 166 ; minima pliante, 167 ; micromegas universel, 169 ; folder, 170 ; folding-éclair, 170 ; alto-stéréoquart, 170 ; ortho-stéréonettel, 171 ; stéréo-prix, 171 ; stéréo-Weno, 171 ; prismac, 171 ; diverses, 344.
Charbon, 286.
Châssis : négatifs, 174 ; Mackenzie, 393 ; à projections, 338 ; transposeur, 347.
Chlorure d'argent (sous-), 367.
Chromophotographie Lippmann, 364 ; Lumière autochrome, 365.
Chronophote, 178.
Chronophotographie, 395.
Chrysosulfite, 227.
Cinématographes, 339, 399.
Clarté, 12 ; base de classification, 41.
Coefficient de transmission, 28.
Collage, 307.
Collodio-bromure, 192 ; lavages, 195 ; orthochromatique, 196 ; développement, 199.

Collodion humide, 191.
Condensateurs, microscopes, 371.
Contre-types : à la chambre noire, 243 ; par contact, 244 ; phototégie, 244.
Courbure du champ, 8, 21.
Cuvettes, 185.

Définition angulaire de l'image, 11.
Développateurs : propriétés, 212 ; constitution, 213 ; solubilité, 214 ; réactions, 214 ; avec sulfite, 215 ; amidol, 217 ; salifié, 219 ; édinol, 220 ; hydroquinone, 221 ; métoquinone, 222 ; divers, 225 ; paraphénylène diamine, 226 ; en pleine lumière, 226 ; physique, 229.
Diapositives : tirage, 273 ; développement, 275 ; renforcement, 276 ; virages, 277 ; projections, 335.
Diaphragmes : numérotage, 31.
Diaphragmographe, 33.
Dicyanine, 208.
Distance focale, 7 ; hyperfocale, 11.
Distorsion, 7.

Écartement des objectifs, 345.
Eclairage du laboratoire : Falot, 181 ; multiphane, 181 ; Invicta, 182 ; en micrographie, 382, 383.
Ecrans colorés : rôle, 125 ; à compensation, à contrastes, 127 ; position, 129 ; matières colorantes, 131 ; préparation, 131 ; dosage, 135 ; pour trichromie, 137, 355, 357, 362 ; divers, 138 ; pour projections, 339.
Emballage des plaques, 201.
Encadrements, 308.
Eosine, 313.
Essai des objectifs, 17, 28.
Eurygraphes, 54, 65, 92.

Fixage : négatif, 229 ; positif, 260.
Focomètre, 26.
Foisonnement, 8.
Formosulfite, 216.
Foyer chimique, 7.
Fusains photographiques, 303.

Gélatine, altération, 234.
Gélatino-bromure : sensibilité, 200 ; emballage, 201 ; préparation, 202 ; anti-halo, 203 ; orthochromatiques, 206.
Géodésie, 387.
Gomme-bichromatée, 294 ; préparation, 297.
Grammophone, 396.
Grain d'argent, 213.
Grossissement, 375.

Homocol, 207.
Hyposulfite, élimination, 231.

Icono-exposomètre, 179.
Iconomètre, 178.
Illuminateurs, 372.
Impressions successives, 281, 300 ; sur étoffes, 322 ; en quatre couleurs, 324.

Lampes, 333.
Lanternes de projection, 332.
Lavage, 263.
Lentilles : propriétés, 7.
Lever des plans, 387.
Lumière ultrà-violette, 377.

Métallographie, 384.
Météorologie, 394.
Métol, 222, 256.
Métoquinone, 222.
Métrophotographie, 387.
Micrographie simplifiée, 379.
Miroir, 140.
Mise en train, 321.
Montage des photographies, 189, 305 ; des stéréogrammes, 349.
Montures de microscopes, 370.

Négatifs : achèvement, 239.
Neiges, 248.
Nuages, 246, 278.

Objectifs : Grün, 41 ; Lacour, 42 ; Linear, 43, 62, 75, 88 ; Héliar, 44 ; stigmatic, 45, 87 ; unofocal, 47, 69 ; Lumar, 49, 71, 85 ; Tétranar, 50, 69 ; Celor, 51, 60, 71 ; Omnar, 52, 85 ; Lux-Orthar, 52 ; Summar, 53, 58 ; eurygplan, 54, 65 ; eurigraphes, 55 ; héligonal, 55 ; héliorthar, 57 ; Royal anastigmat, 60 ; double orthar, 60 ; anastigmat Busch, 61 ; homocentrique, 61, 67, 83 ; imagogonal, 63 ; Pantoplan, 65, 76 ; Dynar 66 ; Kalloptat, 67 ; anastigmats Demaria, 72, 83 ; Dagor, 72 ; Collinéaires, 72, 83, 95, 97 ; orthostigmats, 72, 83, 93, 97 ; combinar, 73, 91 ; octanar, 75 ; plastigmat, 76 ; planastigmat, 77 ; Tessar, 77 ; apochromatique, 99 ; Syntor, 79 ; Solar, 79 ; hémi-anastigmats, 81 ; périplan, 81 ; holostigmats, 83 ; holoscopiques, anastigmat baryte, 86 ; quadratique, 87 ; Hermagis, 89 ; Pantar, 90 ; eurygraphe trousse, 92 : orthoscope, 93 ; pantoscope, 95 ; apochromatiques, 95, 375 ; apo-planar, 95, 98 ; aléthar, 99 ; anachromatiques, 101 ; eidoscope, 103 ; téléanachromatiques, 103 ; adjustable landscape, 105 ; semi-anachromatiques, 105 ; télé-

objectifs, 106; téléphot, 108; bis-Télar, Ocular, 110; Multifex, 110; télé Gœrz, 111; télé Steinheil, 143; télé Zeiss-Krauss, 113; Voigtlaender, 114; Rodenstock, 115; Adon, 116; téléobjectif Dallmeyer, 117, 118; télé-péconar, 119; de microscopes, 375.
Obturateurs : vitesse, 121; d'objectifs, 122; de plaques, 123; déclenchement, 124.
Oculaires de microscopes, 374.
Orthochromatiques, plaques, 207.
Orthochrome, 207.
Orthotypie, 314.
Ouverture utile, 27.
Oxhydrique, 338.
Ozotype, 299.

Panchromatiques, 210.
Papiers par noircissement : préparation, 252; salé, 253; sensible, 253; bromyl, 253; développement, 255; métol, 256; aristotypes, 256; bichromate et sels d'argent, 257; virages, 257, platine, urane, 259; fixage, 260; virage-fixage, 261; au plomb, 262; lavages, altération, 263; positifs en positifs, 264.
— par développement : préparation, 265; radios, takis, citro-brome, 266; développement, 266; chloro-bromure, 267; édinol, 267; adurol, métoquinone, 268; diamidophénol, hydroquinone, 269; virage, 269; retouche, 271; impression pigmentaire, 272.
— au platine, 278; platine-gomme, 281; aux sels de fer, 281; sels de fer et argent, 202.
— aux sels de chrome : sensibilisation, 285; dépouillement, 287, à plusieurs couches, 287; gomme bichromatée, 289; dépouillement, 294; Hocheimer, Foxlee, 298; ozotype, 299; impressions successives, 300; chromate de cuivre, 301.
Paraphénylène diamine, 226.
Parasoleil, 31.
Paysages, 247.
Pellioulage. 245.
Pellicules, 393.
Perspective, 34.
Photocollographie, 311; enerage, 312; éosine, 313.
Photochromographie, 323.
Photoglyptographie, 314.
Photogrammétrie, 387; stéréoscopique, 388.
Photographie judiciaire, 390.
Photolithographie, 314;
Photomètres, 178, 394.
Photoreliefs, 303.
Phototégie, 244.
Phototypographie, 314; trames, 315; négatifs, 316; planches, 318; procédé émail, 319; morsure, 320.
Pieds d'atelier, 175 à 177.
Pinacyanol, 208.
Pinakol, 225.
Pinatypie, 360.
Plaques, *voir* gélatino-bromure, orthochromatiques.
Porte-pellicules, 393.
Prisme, 139.
Procédés aux poudres, 360.
Profondeur de champ, 9.
Projections, 335; en couleurs, 339; cinématographiques, 339; stéréoscopiques, 340, 343.
Pupille de sortie, 35.
Pyrogallol, 224.

Redressement : appareils, 180.
Réflecteurs, 374.
Renforçateurs : à l'argent, 234; au mercure, 235; au plomb, 236; pour diapositives, 276.
Report des pellicules, 245.
Reproductions, 246.
Retouche, 239; chimique, 271.
Révélateurs, *voir* développateurs.
Rhodamine, 208.
Rouge d'éthyle, 208.

Sensibilité des plaques, 183
Sous-bois, 248.
Stéréophotochronographe, 354.
Stéréoscopie micrographique, 377; des objets rapprochés, 346.
Stéréodrome, 342.
Stéréomètre, 350.
Stéréoscopes : par réflexion, 352; par réfraction, 350.
Sulfite d'acétone, 216; de soude, 215; bisulfite, 218.
Synthol, 225.

Taxiphote, 342.
Teinture (trichromie), 356
Téléobjectifs, *voir* Objectifs.
Télestéréoscopie, 389.
Trichrome-détective, 356.
Transferts trichromes, 359.
Transparence des objectifs, 13.
Trichromie, 325; Neuhauss, 363.
Trousses pour projections, 337.

Vérant, 35.
Vérascope, 344.
Virages, 257.
Viseurs, 178.
Voile des plaques, 231; dichroïque, 233.

Zeisspack, 393.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS PROPRES

CONTENUES DANS LE SUPPLÉMENT D

Abbe, 35, 190, 375.
Abney, 213, 248, 249.
Achard, 248.
Albert, 326.
Alexandre, 186.
Aldis, 63.
Alinari, 214.
Allen, 297, 396.
Allgeher, 326.
Almeida (d'), 341.
Anschütz, 123, 154, 168, 249.
Arcy (d'), 206.
Arland, 137.
Armin, 326, 367.
Artigues, 243.
Aubry, 190, 367.

Backeland, 202, 252, 263, 265.
Bagswah, 396.
Baker, 202, 380.
Balagny, 203, 218, 269, 273, 313.
Baby, 396.
Barbier, 310.
Barnet, 249.
Barrolet, 225.
Bary, 86.
Baume-Pluvinel (de la), 386.
Bausch, 76.
Bayer, 182, 206, 207, 211.
Beck, 22, 47, 69, 79, 89, 112, 115, 129, 190, 373, 374, 376, 379, 350, 381.
Behrens, 326.
Belin, 190, 249.
Bellack, 249.
Bennet, 249, 285.
Belliéni, 120, 122, 123, 171, 176, 178, 181, 332, 345. 379.
Benoît, 178.
Bergelink, 367.
Berque, 174, 340.
Berner, 55.
Bertillon, 390.
Billerbeck, 42, 54, 65.
Blackwell, 394.
Blake-Smith, 326.
Blanchet, 295.
Blech, 249.
Blecker, 324.
Bloch, 150.
Bocage, 226.
Boespsblug, 139.
Bogisch, 224.
Boisard, 189.
Boissonas, 248.
Bolas, 190, 144.
Bouasse, 15.
Boyer, 226.
Bowles, 242.
Brandweiner, 190.
Braun, 326.
Brass-Drüner, 377.
Braun, 249, 326.
Breverton, 362.
Brown, 249.
Brownell, 249.
Brüning, 13, 135, 136, 206, 325.
Buchter, 185.
Bunger, 65.
Busch, 14, 52, 54, 61, 84, 85, 89, 94, 95, 109, 140, 171, 179, 336.

Callier, 128, 131, 206.
Calmels. 129, 139, 141, 182, 249, 313.
Camichel, 183.
Campbell, 386.
Cartier, 131.
Casselli, 394.
Castellani, 138, 182, 210, 311.
Cervenka, 396.
Chapelain, 356.
Chaplet, 249.
Chevallier, 320.
Cheld-Bayley, 326, 367.
Chorretier, 341.
Claudet, 101, 102.
Clavette, 326.
Clay, 17, 21.
Clément, 178.
Clerc, 12, 118, 139, 141, 190, 196, 234, 236, 249, 276, 283, 308, 313, 326, 367.
Clute, 249.
Colardeau, 346.
Conrady, 370, 377.
Corbin, 352.
Cotton, 364.
Cousin, 12, 13, 28.
Coustet, 244, 249.
Crasby, 336.
Cros, 244, 263, 361, 363.
Cruwys-Richard, 300.
Czapski, 190.

Dallmeyer, 14, 16, 42, 45, 46. 65, 87, 88, 101, 102, 116, 117, 142, 146, 152, 331, 381, 391, 392, 393.
Darby, 326.
David, 243.
Daydé, 304.
Debriat, 174.
Decoudun, 381.
Degen, 178.

Delamarre, 249.
Demachy, 242, 293, 328.
Demaria, 72, 83, 124, 148, 155, 163, 167, 170, 338, 341, 342, 346, 356.
Deloye, 352.
Derr, 122.
Deslandres, 385.
Dillaye, 249, 326.
Dilleman, 181.
Donath, 396.
Donnadieu, 396.
Doyen, 160.
Drœux, 326.
Driffield, 183, 184.
Drouillard, 243, 245, 297.
Dubois, 224, 356.
Dubreuil, 303.
Ducos du Hauron, 354, 365, 366.
Ducrot, 326.
Dugardin, 367.
Dujardin, 371.
Duncan, 381, 396.
Dupuis, 343.
Drinkwater, 249.
Drysdale, 27.

Eastmann, 171, 185.
Eberhard, 190.
Ebert, 303.
Eder, 14, 15, 43, 50, 60, 65, 77, 78, 90, 93, 122, 124, 126, 131, 161, 190, 192, 244, 247, 249, 284, 327, 367, 394, 396.
Edinger, 381.
Edwards, 282,
Eichengrünn, 216, 267.
Emerich, 327.
Emery, 249, 327.
Englisch, 249.
Engstler, 367.
Erbe, 231.
Ernemann, 155.
Euders, 327.

Fabre (C.), 190, 249, 327.
Farinaud, 287.
Farlon, 234.
Farmer, 238, 240, 241, 278.
Fayel, 379.
Ferret, 249.
Féry, 26, 395.
Fihl, 155.
Folmer, 161.
Fougerat, 352.
Fourcade, 389.
Fourcroy, 189.
Foxlee, 298.
Frachebourg, 356.
Freund, 396.
Frippert, 249.
Fritsch, 327, 365.

Gaillard, 327, 396.
Gann, 30.
Gaumont, 30, 165, 166, 175, 185, 337, 338, 340, 342, 345, 352, 354, 396.
Garbe, 205.
Geissler, 188.
Gibson, 188.
Gilibert, 327.
Gill, 319.
Gilles, 142, 143, 174, 180.
Gillet, 131.
Gillon, 160, 173, 392.
Gilmer, 178. 338, 352.
Giraud, 336.
Goddé, 364.
Goderus, 278.
Golberg, 396.
Gœrz, 51, 54, 60, 71, 72, 76, 79, 80, 89, 90 99, 123, 140, 154, 168, 355.
Gosselin, 246.
Graby, 365.
Gravier, 184, 214, 285, 287.
Gray, 382.
Grayson, 374.
Greenough, 177.
Grieshaber, 253.
Grœs, 214, 249.
Gross, 327.
Grun, 41, 249.
Guebhard, 245.
Guibert, 189.
Guilleminot, 139, 203, 208, 209.
Guitton de Giraudy, 356.
Güllstrand, 35.
Gunther, 367.
Guntz, 329.
Gunzel, 249.
Gutton, 183, 394.

Hancla, 387.
Hanncke, 327, 365.
Hanau, 149, 164, 351.
Hanzel, 272.
Harris, 249.
Harting, 44, 66.
Hartman, 23, 25.
Hasluck, 249.
Hauff, 225.
Helbroner, 389.
Hélain, 257.
Henneck, 380.
Herbst, 155.
Hermagis, 88, 89, 103, 152, 153, 169, 320.
Hesse, 327.
Hewit, 188, 259.
Hezekiel, 226.
Hocheimer, 298.
Hoegh, 40.
Hoffman, 15, 191.
Holcraff, 297.
Hollande, 238.
Hollm, 190, 250.
Holzknecht, 396.
Homolka, 238.
Houdaille, 183, 212, 266.
Houdry, 33, 179.
Houvard, 323.
Hoy (d'), 264.
Hubert, 337.
Hübl, 192, 207, 250, 327, 355, 365, 397.
Hurter, 183, 184.
Hüttig, 155.
Huyghens, 376.
Hyait-Wiff, 190.

Ives, 353.

Jaffé, 180, 181.
Jarmann, 234.
Johnson, 250.
Jones, 250, 325.
Jourdain, 122.
Joux, 160, 161, 203, 242, 352.

Kaiser, 397.
Kamm, 340.
Kampmann, 327.
Kayser, 367, 397.
Kessler, 250, 286.
Keufer, 321.
Kiesling, 190.
Kitchey, 317.
Klary, 250.
Kleber, 295.
Klem, 327.
Klinsch, 316.
Knight, 341.

Kœlher, 327, 376, 377, 378.
Kœnig, 207, 208, 275, 302.
Kœrner, 155, 156.
Konig, 131, 327, 368.
Korn 394.
Korsten, 338.
Korstersitz, 397.
Koster, 327.
Krauss, 67, 68, 78, 113, 124, 140, 151, 178, 373, 380.
Krebs, 188, 226.
Kricheldorff, 161.
Krügener, 124.
Kruger, 250, 327.
Kruis, 382.

Lacour, 42, 54, 55, 87, 92, 140, 374.
Lainer, 258.
Lambert, 325.
Lanquest, 250.
Laubert, 327.
Laussedat, 190, 388, 389, 397.
Le Mec, 389.
Leitz, 42, 53, 54, 58, 81, 370, 374, 381, 382.
Lemaire, 259.
Leroy, 165.
Lichtenberg, 327, 368.
Liesegang, 244, 327, 368.
Lippmann, 364.
Lœbel, 250.
Lœhr, 346, 349.
Lœscher, 250.
Loison, 397.
Lomb, 76.
Londe, 190, 250, 396.
Lorilleux, 327, 368.
Lumière, 182, 202, 209, 212, 213, 215, 216, 217, 222, 226, 227, 230, 232, 233, 237, 254, 257, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 284, 285, 334, 340, 359, 365, 367, 368, 384, 392.
Luppo-Cramer, 250.

Mach, 395.
Mackenstein, 123, 143, 150, 165, 167, 178, 347, 352.
Mackenzie, 393.
Maçléan, 327.
Maddox, 382.
Maës, 215, 224, 247, 256, 258.
Maillard, 394.
Mailhat, 388.
Manchet, 368.
Manly, 327.
Marion, 184.
Marshowetz, 397.
Marteau, 347, 349, 350.
Martens, 126, 373.
Martin, 14, 235.
Maskell, 327.
Massiot, 338, 340.
Master, 340.
Mathet, 30, 250, 397.
Mattey, 341.
Mayer, 155, 156.
Mazel, 190, 250.
Meister, 131, 135, 136, 206, 225.
Melcy, 142.
Mencke, 281.
Mendel, 250.
Mente, 322.
Mercator, 249, 327, 368.
Mercier, 457.
Merck, 130, 131.
Mers, 184.
Meydenbauer, 397.
Miethe, 129, 131, 137, 182, 190, 206, 208, 315, 327, 340, 359, 368.
Mill, 394.
Moffat, 381.
Moitessier, 381.
Molinié, 250.
Molteni, 277.
Monckoven, 188.
Monnier, 131.
Monpillard, 211, 395.
Montagne, 311.
Morin, 86, 87, 102, 190.
Muffone, 249.
Muhlthaler, 327.
Müller, 190, 249.
Munkeit, 368.
Murchison, 300.

Nachet, 354, 371, 373, 379, 382.
Namias, 216, 218, 221, 239, 250, 253, 259, 261, 267, 279, 281, 285, 303, 325, 397.
Naudet, 250, 324, 327, 368.
Nelson, 375.
Nernst, 189, 376, 382.
Neuhauss, 363, 364.
Newton, 322.
Niewenglowski, 250, 365, 368.

Oakley, 203.
Olive, 180.
Osborne, 327.
Osmont, 250, 373.

Palmer, 394.
Papigny, 341.
Parmentier, 174.
Pasqueau, 180.
Patzch, 297.
Pazne, 280.
Pearse, 231, 263.
Perorto, 382.
Perrine-Borelli, 386.
Pigeon, 352.
Penrose, 327.
Percy-Lund, 250.
Perscheid, 327, 368.
Pettauer, 301.
Petit, 250,
Petitot, 218, 322.
Petzold, 343.
Petzval, 14, 63, 105, 109 383.
Pickering, 336.
Picot, 336.
Pflüger, 395.
Pigg, 317.
Pilleux, 166.
Pinsard, 250, 327.
Pizzighelli, 190, 244, 250.
Planchon, 181.
Plaubel, 52, 53, 54, 57, 60, 119.
Plüger, 14.
Ponsin, 313.
Powel et Lealand, 371, 375, 380.
Prasmowski, 382.
Priecht, 231.
Prieur, 324, 327, 356, 368.
Pringle, 380, 397.
Prinz, 397.
Probst, 250.
Prunier, 231.
Pülfrich, 388, 389.
Pulligny, 16, 17, 39, 101, 102, 105, 190.

Puyo, 16, 102, 103, 250, 289, 308, 327, 328.

Quénisset, 250.
Quentin, 328.
Quilter, 286.

Radiguet, 338, 340.
Reeb, 170, 219, 257.
Reichert, 73, 74, 75, 79, 80, 91, 370, 371, 375.
Reiss, 211, 250, 254.
Renault, 295, 328.
Renger, 328.
Reoux, 328.
Reyner, 250.
Rhedon, 12, 26.
Rhor, 377.
Ribette, 328.
Ricard, 319.
Richard, 161, 188, 342.
Richards, 328.
Ris-Pacquot, 250.
Reiss, 394, 397.
Rietzschel, 42, 43, 62, 76, 86, 88, 155.
Ritchey, 387.
Rodenstock, 49, 54, 55, 63, 70, 81, 85, 89, 115.
Rohr, 35.
Rolff, 322,
Rollin, 174.
Rosenhain, 373.
Rothé, 365.
Ross, 14, 54, 61, 67, 83.
Roux, 328.
Rouyer, 190, 328.
Roy, 225.
Rouzich, 397.
Rudolph, 395.

Saint-Florent (de), 367.
Sanger-Sheppert, 360.
Sanchez, 218, 296.
Sasse, 190.
Saunder, 385.
Scharf, 301.
Scheffer, 190, 397.
Scheffler, 368.
Scheimpflug, 181.
Scheiner, 126, 184, 206.
Schelff, 397.
Schlesinger, 338.
Schmidt (B.), 190.
Schmidt (F.), 250.
Schnauss, 190, 250, 256, 328, 368.
Schœr, 108.
Schrader, 418.
Schultz-Henke, 251.
Schulze, 42, 50, 54, 65.
Schweizer, 205.
Schwier, 328.
Schwing, 161.
Schwining, 395.
Senoque, 385.
Seyewetz, 212, 213, 215, 216, 217, 222, 226, 227, 230, 232, 233, 237, 259, 262, 263, 264, 271, 276, 284, 334.
Sheppard, 184.
Siebel, 77.
Siedentopf, 384, 395.
Sigriste, 178.
Silberer, 328.
Simon, 43, 68, 75.
Smith, 710, 343.
Sollet, 328.
Sommerville, 328.
Soret, 251.
Soulier, 368.
Spanow, 251.
Sport, 328, 331.
Steinheil, 43, 47, 48, 69, 70, 79, 83, 93, 97, 114, 140, 170, 374.
Steiner, 387.
Stoïceseou, 261.
Stolze, 190, 368, 397.
Staney, 382.
Sturenberg, 238, 251.
Sutcliffe, 330.
Swift, 371.
Szczepanik, 343.

Target, 345,
Taylor, 190.
Thibaut, 175.
Thiele, 388.
Thomas, 379.
Thompson, 190.
Thorner, 328.
Thornton-Pickard, 123, 144.
Tœpfer, 23.
Tranchant, 368.
Traube, 208.
Troney, 174.
Trovert, 11,
Trutat, 259, 328, 355, 368.
Tschorner, 199.
Turillon, 103, 117, 149, 336.

Urban, 99.

Valenta, 207, 210, 218, 224, 311, 328.
Vallet, 248, 263, 354.
Varenta, 365.
Vautier-Dufour, 108.
Verfasser, 328.
Vidal, 325, 328, 358, 368.
Vielle, 200.
Vilim, 314.
Vogel, 127, 131, 190, 217, 250, 328, 379, 387.
Voigtlaender, 42, 44, 45, 66, 72, 83, 93, 96, 114, 140, 160, 374.

Wadsworth, 386, 387.
Wall, 251, 397.
Wallon, 30, 35, 41, 85, 106, 121, 350, 365.
Walter, 373, 394.
Warnerke, 184.
Watman, 253, 281.
Watkins, 184, 251.
Watson, 83, 91, 124, 146, 185, 370, 371, 372, 373, 375, 376, 377, 380.
Way, 188.
Weilandt, 328.
Westel, 190.
Wiener, 363.
Wieser, 381.
Wirth, 360.
Whiting, 255.
Wolf, 386, 397.
Wood, 397.
Wright, 387.
Wünsche, 124, 155.
Wyne, 184.

Zander, 326.
Zeiss, 35, 78, 95, 113, 124, 140, 152, 350, 370, 371, 373, 374, 375, 376, 377, 381, 386, 388, 393, 397.
Ziegler, 368.
Zimmerman, 280.
Zschokke, 99.
Zsigmondy, 384, 396.

TABLE DES FIGURES

CONTENUES DANS LE SUPPLÉMENT **D**

1. Support Clay 17
2. Chariot d'essai 18
3. Points nodaux 18
4. Rotation autour du point nodal. 19
5. Mesure du foyer 19
6. » » 20
7. » » 20
8. Astigmatisme 21
9. » 21
10. Banc optique de Beck 23
11. » » » 24
12. Appareil de Hartmann 25
13. » » 25
14. Vérant Zeiss 36
15. Bivérant Zeiss 37
16. Héliar Voigtlaender 44
17. Stigmatic Dallmeyer 45
18. Unofocal Steinheil 47
19. » Beck 47
20. Lunar Rodenstock 49
21. Tetranar Simon 50
22. Celor Gœrz 51
23. Omnar Busch 52
24. Lux-Orthar Plaubel 53
25. Euryplan Schülze et Billerbeck. 54
26. Héligonal Rodenstock 55
27. Héli-Orthar Plaubel 57
28. Summar Leitz 59
29. Homocentrique Ross 61
30. Imagonal Rodenstock 63
31. Euryplan Schülze et Billerbeck. 65
32. Dynar Voigtlaender 66
33. Kalloptat Krauss 67
34. Unofocal Steinheil 69
35. » Beck 70
36. Dagor Gœrz 72
37. Collinéaire Voigtlaender 72
38. Orthostigmat Steinheil 73
39. Combinar Reichert 74
40. Octanar Simon 75
41. Planastigmat Sichel 77
42. Tessar Krauss-Zeiss 77
43. Syntor Gœrz 79
44. Solar Reichert 80
45. Périplan Leitz 81
46. Orthostigmat Steinheil 83
47. Omnar Busch 85
48. Anastigmat-Baryte 87
49. Stigmatic III Dallmeyer 87
50. Linéar Rietzchel 88
51. Anastigmat Hermagis 88
52. Pantar Gœrz 90
53. » » 90
54. Orthostigmat grand-angulaire . 93
55. Anastigmat pantoscope 94
56. Orthostigmat apochromatique.. 97
57. Planar » . . 98
58. Tessar » . 98
59. Aléthar Gœrz 99
60, 61. Eidoscope Hermagis 103
62. Bis-Télar Busch 109
63. Multifex Beck 111
64. Téléobjectif Gœrz 112
65. » » 112
66. » » 112
67. » Zeiss-Krauss 113
68. » Steinheil 114
69. » » 115
70. » Beck-Steinheil ... 115
71. » Rodenstock 116

72. Téléobjectif Dallmeyer 116
73. » » 117
74. Télépéconar Plaubel..... 119
75. Obturateur Demaria 124
76. Pulsor 125
77. Déclenchement des obturateurs. 125
78. Ecran Beck-Harris 130
79. Planchette à écartement..... 144
80. Chambre Impérial..... 144
81. » » 145
82. » » 145
83. » » 145
84. » » 145
85. Châssis Thornton-Pickardt..... 145
86. Chambre Folder Demaria 147
87. » Quadra » 147
88. » Congrès » 148
89. » Mackenstein..... 151
90. Takyr Krauss..... 151
91. Appareil pliant Dallmeyer 152
92. Hippographe Hermagis..... 153
93. » » 153
94. Complète pliante Hermagis.... 153
95. » » » ... 154
96. Stéréomultiple » ... 154
97. Clack Rietzchel » ... 155
98. » minimum » ... 156
99. » » » ... 156
100. » » » ... 157
101. Nettel de Kœrner et Mayer... 157
102. Cewes » » ... 158
103. » » » ... 158
104. Kibitz » » ... 159
105. » » » ... 159
106. Châssis métalliques » ... 159
107. Aléthoscope Joux..... 162
108. » » 162
109. » » 162
110. Capsa Demaria..... 163
111. » » 164
112. Caleb » 164
113. Stéréocycle Leroy..... 165
114. » » 165
115. » » 165
116. Jumelle Hermagis..... 166
117. Caleb Demaria 167
118. Minima pliante Mackenstein.. 167
119. » » » .. 168
120. » » » .. 168
121. Appareil Gœrz Anschütz..... 168
122. Stéréomultiple Hermagis..... 169
123. Folder Demaria..... 169
124. Folding-Éclair Reeb..... 170
125. Alto-stéréo-quart Steinheil..... 170
126. » » » » 170
127. Ortho-stéréo-Nettel 171
128. Jumelle pelliculaire Belliéni... 172
129. » » » ... 172
130. » » » ... 172
131. Prismac Deloye..... 172
132. » » 173
133. Pied d'atelier Gilles..... 175
134. » » » 176
135. Pied élevé » 177
136. Photomètre Degen..... 178
137. Planchette à tirage..... 273
138. Agrandisseur Hermagis..... 330
139. » » 331
140. Objectif à projections..... 331
141. Trousse Leukar..... 337
142. » » 337
143. Taxiphote projecteur..... 342
144. » » 342
145. Châssis Marteau..... 348
146. Stéréoscope Zeiss..... 351
147. Chambre à long tirage Dallmeyer..... 391
148. Chambre à miroir Dallmeyer.. 391
149. Chariot multiplicateur » .. 392
150. Chambre Sanderson » .. 392
151. Châssis à pellicules Mackenzie. 393

Toulouse, Typ. Édouard Privat, rue des Arts, 14.— 4795

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS
55, Quai des Grands-Augustins, Paris (6e).

DU MÊME AUTEUR :

AIDE-MÉMOIRE DE PHOTOGRAPHIE

POUR 1906

Annuaire photographique paraissant régulièrement depuis 1876

Publié sous les auspices de la Société photographique de Toulouse.

31e ANNÉE

Prix, broché..... 1 75
Cartonné..... 2 25

Les volumes des années précédentes sauf 1877, 1878, 1879, 1880 et 1887 se vendent aux mêmes prix.

LES INDUSTRIES PHOTOGRAPHIQUES

Matériel,
Procédés négatifs, Procédés positifs
Tirages industriels, Projections, Agrandissements.

ANNEXES

Grand in-8o (25 × 16) de 602 pages, avec 183 figures.

Prix : 18 francs.

TRAITÉ ENCYCLOPÉDIQUE DE PHOTOGRAPHIE

4 beaux volumes grand in-8, avec 724 figures et 2 planches; 1889-1891.

Chaque volume se vend séparément **14** *francs.*

Des suppléments, destinés à exposer les progrès accomplis, viennent compléter ce Traité et le maintiennent au courant des dernières découvertes.

Ier Supplément (A).

Grand in-8o de 400 pages, avec 72 figures; 1892. Prix : 14 francs.

IIe Supplément (B).

Grand in-8o de 424 pages, avec 221 figures; 1897. Prix : 14 francs.

IIIe Supplément (C).

Grand in-8o de 424 pages, avec 215 figures; 1902. Prix : 14 francs.

Les sept volumes se vendent ensemble **84** *francs.*

GETTY RESEARCH INSTITUTE
3 3125 01409 3617